

BULLETIN DES SÉANCES
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY
ET DE LA
RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Action du chlorure de thionyle sur l'oxalate d'éthyle et de potassium et sur l'oxalate de méthyle et de potassium, par G. FAVREL.

Cette note a pour but de donner un nouveau mode de préparation du chloroxalate d'éthyle et du chloroxalate de méthyle. Le chloroxalate d'éthyle a été obtenu pour la première fois par Henry ⁽¹⁾, en faisant réagir l'oxychlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle et de potassium. L'auteur le signale comme un liquide bouillant à 140°, sous la pression atmosphérique.

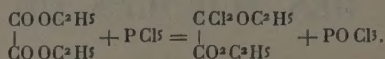
J'ai essayé ce mode de préparation à plusieurs reprises ; mais j'ai dû l'abandonner, car, malgré une série de distillations fractionnées, je n'ai obtenu que du chloroxalate d'éthyle impur, contenant 10 à 15 p. 100 d'oxychlorure de phosphore.

Plus tard, j'ai essayé de préparer ce chloroxalate d'éthyle par la méthode indiquée par von Richter ⁽²⁾ et consistant à faire agir le perchlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle. En suivant le mode de préparation indiqué par l'auteur, on obtient un liquide qui distille entre 130 et 140° et tout aussi impur que celui fourni par la première méthode.

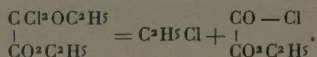
(1) HENRY, *Deutsche-Chem. Gesell.* ; t. IV, p. 598.

(2) VON RICHTER, *Deutsche-Chem. Gesell.* 1877, p. 3238.

Enfin, la préparation du chloroxalate d'éthyle a été également tentée par la méthode indiquée par Anchütz (1). Cette dernière consiste à faire agir le perchlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle et semble ainsi identique à la méthode précédente. Cependant il n'en est rien. L'auteur a en effet montré que, en faisant réagir les deux corps à la température de 115° pendant 12 heures, on obtenait la réaction suivante :



Le dichloroglycolate d'éthyle ainsi produit bout à la température de 89°, sous la pression de 15 millimètres et se décompose à 165° en chlorure d'éthyle et chloroxalate d'éthyle.



La seule difficulté consiste à obtenir le dichloroglycolate d'éthyle exempt d'oxychlorure de phosphore. Tous mes efforts tentés dans ce sens sont restés infructueux et je n'ai toujours obtenu que du chloroxalate d'éthyle contenant au moins 5 p. 100 d'oxychlorure de phosphore.

En présence de ces résultats, j'ai abandonné ces essais et imaginé, pour la préparation de ce corps, une méthode qui permet de l'obtenir rapidement à l'état de pureté et repose sur l'action chlorurante du chlorure de thionyle sur l'oxalate d'éthyle et de potassium.

La seule difficulté consiste à obtenir ce dernier sel.

La encore, les méthodes sont nombreuses, mais de valeurs très inégales.

L'une consiste à faire agir une molécule de potasse en solution alcoolique sur une molécule d'oxalate d'éthyle. On obtient de cette façon presque exclusivement de l'oxalate neutre de potassium.

Verner en indique une autre consistant à faire agir le monochloracétate d'éthyle sur le nitrite de potasse. Le sel ainsi obtenu est difficile à purifier.

(1) ANCHÜTZ, *Deutsche-Chem. Gesell.*, t. XIX, p. 2158.

Claisen en indique une troisième, qui consiste à faire agir sur une molécule d'éther oxalique une molécule d'acétate de potasse dissous dans son poids d'eau. Les deux liquides chauffés jusqu'à mélange des deux couches donnent par addition d'alcool le sel de potassium cherché avec de mauvais rendements, mais dans un grand état de pureté.

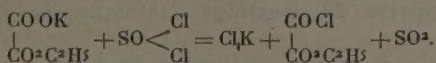
On améliore beaucoup les rendements, en chauffant directement l'acétate de potasse et l'oxalate d'éthyle, jusqu'à formation d'une couche unique. Si, à ce moment, on ajoute de l'alcool à 95°, on obtient le sel cherché avec un rendement de 70 p. 100 de celui indiqué par la théorie.

Ce sel est alors desséché soigneusement à 115-120°, pulvérisé et projeté par portions dans un ballon contenant une proportion équimoléculaire de chlorure de thionyle. Il se dégage des torrents d'acide sulfureux, en même temps qu'un peu de chlorure de thionyle est volatilisé. Aussi, l'opération doit-elle se faire dehors et en ayant soin de refroidir le ballon.

Lorsque la réaction est terminée, on chauffe au réfrigérant à reflux pendant une heure et on obtient ainsi une masse solide qui est chauffée au bain d'huile.

Entre 150-160°, il distille un liquide contenant un peu de chlorure de thionyle et du chloroxalate d'éthyle, mais une seule rectification suffit pour obtenir le corps cherché pur.

La réaction qui fournit le corps cherché est :



Ainsi obtenu, le chloroxalate d'éthyle bout à la température de 132-133° et présente nettement la composition centésimale correspondant à la formule $\begin{array}{c} \text{COCl} \\ | \\ \text{CO}^2\text{CH}_5 \end{array}$, comme je m'en suis assuré tant

par le dosage du chlore que par le dosage des autres éléments.

J'ai cherché à préparer de la même façon le chloroxalate de méthyle qui jusqu'à présent n'avait pas été obtenu.

Comme précédemment, il faut d'abord préparer de l'oxalate de méthyle et de potassium.

On y arrive facilement, en chauffant ensemble l'oxalate de méthyle et l'acétate de potasse au bain-marie. Après fusion et

mélange des deux couches, on ajoute de l'alcool méthylique et il se précipite aussitôt de belles lamelles blanches qui, séchées, constituent l'oxalate de méthyle et de potassium.

En faisant tomber peu à peu ce corps dans une quantité équimoléculaire de chlorure de thionyle, on obtient une réaction tout à fait semblable à celle qui fournit le chloroxalate d'éthyle. Le produit brut rectifié bout à $114-115^{\circ}$ et constitue le chloroxalate de méthyle, ainsi que je m'en suis assuré par le dosage du chlore. Du reste, ce dosage se fait avec la plus grande facilité, car les éthers chloroxaliques mis en présence de l'eau se décomposent avec formation d'acide chlorhydrique et d'éther oxalique, acide d'éthyle ou de méthyle.

En résumé, j'ai utilisé les propriétés chlorurantes du chlorure de thionyle et j'ai pu ainsi obtenir les deux éthers chloroxaliques cités plus haut, à un état de pureté bien plus grand que par les autres procédés, grâce à ce que les produits accessoires sont beaucoup plus volatils que les éthers cherchés.

Enfin, il est permis de penser que la méthode pourra s'appliquer avec avantage à la préparation de tous les chlorures acides, mais plus particulièrement à ceux dont le point d'ébullition est voisin de l'oxychlorure de phosphore ou de perchlorure de phosphore.

Sur un appareil de chauffage électrique, par M. GUNTZ.

Ayant besoin, pour mes recherches de chauffer des tubes de porcelaine régulièrement et progressivement, après avoir inutilement essayé d'employer le gaz, j'ai cherché à employer le chauffage électrique. Après de nombreux tâtonnements, je suis arrivé à une solution très simple qui rendra, je crois, de grands services dans les laboratoires.

L'on emploie depuis longtemps dans l'industrie pour le chauffage, l'incandescence d'un fil fin de platine isolé par de l'amianté ou noyé dans un émail fusible. Ces enveloppes isolantes présentent le grand inconvénient d'altérer rapidement le fil de platine lorsqu'on veut aller à des températures élevées.

Dans les laboratoires on a employé également ce système en enroulant un fil de platine directement sur le tube de terre réfrac-

taire, puis isolant avec du fil d'amiante et du kaolin. Ce procédé a été recommandé par Ledeboer⁽¹⁾, Curie⁽²⁾, Charpy⁽³⁾, D. Berthelot⁽⁴⁾ en France.

Mais ces systèmes emploient des fils d'un diamètre relativement considérable de 0^{mm},6 au moins, rendant ce moyen trop coûteux pour employer le courant d'un secteur à 220 volts. En Allemagne, au contraire, dans la disposition du four électrique de Nernst, on emploie un fil fin de platine enroulé sur un cylindre réfractaire, mais ce four n'est pas durable. Tous ces appareils présentent d'ailleurs le même inconvénient : le contact d'un fil rond de platine avec le tube de porcelaine se fait mal et par une petite surface, le transport de la chaleur est irrégulier et le fil se surchauffant à certains endroits fond facilement en mettant l'appareil hors de service. En outre, à haute température, au contact des silicates, il se produit des phénomènes d'électrolyse avec formation de silicium et de siliciure de platine fusible. Aussi ces fours électriques n'étaient pas entrés dans la pratique courante des laboratoires, à cause de leur peu de durée et de leur prix élevé.

J'ai cherché à éviter ces deux inconvénients ; je suis arrivé à employer des fils fins de platine en les protégeant contre l'attaque de la silice et des silicates à haute température, et en assurant un contact parfait du fil avec son support. On obtient facilement ce double résultat en enrobant le platine dans une brasque d'aluminate de chaux ou de magnésie appliquée sur le tube, qui le protège contre toute altération.

Dans un appareil mis hors de service par accident, la gangue d'aluminate dans le voisinage immédiat du fil inaltéré était imprégnée de magnifiques octaèdres de platine sublimé reconnaissables à la loupe, ce qui prouve qu'aux hautes températures de 1,500 ou 1,600 degrés où le fil était porté, le platine ne s'altère pas, mais se volatilise légèrement. Ce procédé a le grand avantage de permettre à chacun de fabriquer économiquement l'appareil dont il a besoin. On peut ainsi construire facilement des appareils pouvant chauffer des creusets grands ou petits, des nacelles, des

(1) LEDEBOER, *Comptes rendus*, CVI, p. 129. 1888.

(2) CURIE, *C. R.*, CXV, p. 805. 1892.

(3) CHARPY, *C. R.*, CXVIII, p. 419. 1894.

(4) D. BERTHELOT, *C. R.*, CXXVI, p. 411. 1898.

capsules à incinération, porter à la température convenable les appareils à électrolyse sans craindre l'action des gaz réducteurs, en un mot de chauffer facilement et économiquement un appareil de forme quelconque.

Voici comment il faut opérer pour construire, par exemple, un appareil chauffant des tubes de porcelaine. Nous commencerons par choisir un tube en terre réfractaire de diamètre et de longueur convenables, nous appliquerons à l'extérieur en plusieurs fois sur une épaisseur de 3 millimètres environ une pâte d'aluminate de chaux ou de magnésie, la première couche étant une bouillie très claire de la brasque choisie pour humecter le tube. On laisse sécher à l'air cette pâte; elle est très adhérente et ne se fendille pas.

Pour fixer le fil de platine, on commence par enrouler sur la brasque une ficelle fine de la longueur du fil de platine que l'on veut employer, puis avec une pointe fine on trace le long de la ficelle un sillon régulier et profond d'un 1/2 millimètre environ, dans lequel on place le fil de platine après avoir enlevé la ficelle. Il faut avoir soin de fixer solidement chaque extrémité du fil de platine à un fil de cuivre ou de nickel de 3 millimètres d'épaisseur et qui servira de prise de courant. On met alors par-dessus le platine une deuxième couche de 3 à 4 millimètres d'épaisseur de la même brasque qui l'enrobe alors et le protège d'une façon complète. Pour terminer l'appareil, il suffit d'enrouler autour du tube plusieurs couches de toile et de carton d'amiante lorsqu'on ne veut pas dépasser 1,300 degrés; dans le cas contraire, on met d'abord une certaine quantité de chaux et de magnésie, avant la première couche d'amiante. La brasque d'aluminate de magnésie a été faite avec deux mélanges:

$$\frac{\text{MgO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 1 \quad \text{et} \quad \frac{\text{MgO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 8$$

L'alumine et la magnésie, calcinées ensemble au Perrot, sont pulvérisées puis passées au tamis de soie. On agglomère la pâte avec un peu d'eau et un peu d'alumine gélatineuse ou bien avec une solution étendue d'acétate d'alumine.

La brasque d'aluminate de chaux est bien plus facile à travailler; elle se prépare suivant les indications de H. Sainte-Claire-Deville en mélangeant une partie d'alumine fortement calcinée, une par-

tie d'alumine provenant d'une calcination incomplète d'alun ammoniacal, une partie d'aluminate de chaux obtenu en chauffant au rouge poids égaux de chaux pure et d'alumine. Il faut avoir soin de prendre des produits ne contenant pas sensiblement de silice.

L'appareil ainsi construit forme un fourneau électrique qui, à l'aide d'une résistance placée dans le circuit, permet d'obtenir la température voulue et de la faire varier à volonté.

Dans l'appareil dont je me sers le plus souvent, j'ai enroulé sur le tube un fil fin de platine de 0^{mm},3 de diamètre et de 10 mètres de longueur, soit 14 grammes de platine environ et de 22 Ω de résistance. L'isolement calorifique produit par l'amiante est assez bon pour pouvoir, l'appareil étant en court circuit, avec un courant de 3 ampères sous 220 volts, c'est-à-dire une énergie de 660 watts, maintenir une température de 1,250 degrés dans une longueur de 20 centimètres d'un tube de porcelaine de 40 millimètres de diamètre. Le prix du kilowatt étant à Nancy de 0 fr. 30 c., cela fait une dépense de 0 fr. 198 par heure, c'est-à-dire dans ces conditions beaucoup plus économique que le gaz.

A plus forte raison dans les usines produisant elles-mêmes leur électricité, le prix du chauffage électrique sera bien plus faible encore.

L'appareil ainsi construit est durable ; il m'a déjà servi pendant plus de 500 heures sans être altéré.

Il nous reste maintenant à indiquer les précautions à employer pour ne pas mettre le four hors d'usage.

Il faut évidemment ne pas fondre le fil de platine par un courant trop intense, la connaissance de sa température est donc nécessaire. On y arrive très simplement en mesurant la résistance électrique du fil de platine qui augmente, comme on le sait, avec la température et qui est fonction de la température. Il ne faut pas prendre pour le fil de platine, la résistance en fonction de la température qu'on trouve dans les tables des physiciens, car ces nombres se rapportent au platine chimiquement pur qu'on ne trouve pas dans le commerce, et la résistance du platine varie beaucoup avec son degré de pureté.

Il est nécessaire de mesurer directement la variation de résistance à diverses températures d'un échantillon du fil de platine dont on doit se servir, pour déterminer la résistance limite qu'il ne faut pas dépasser.

Voici, par exemple, les résultats d'une expérience sur du fil de platine de 0^{mm},3 de diamètre et de 10 centimètres de longueur.

Le fil étant placé entre deux bornes en cuivre, l'on mesure simultanément le voltage aux bornes et l'ampérage nécessaires pour porter le fil aux différentes températures dans l'air.

$$R_0 = 0^{\Omega},226$$

V	A	R_T	$\frac{R_T}{R_0}$	Températures.
2.2	3.9	0.544	2.48	Rouge sombre.
4.5	5.5	0.816	3.60	Rouge vif.
6.3	6.7	0.93	4.15	Rouge blanc.
7.0	7.0	1.00	4.43	Fusion du fil.

On peut aussi une fois pour toutes tarer son appareil en plaçant à l'intérieur une pince thermo-électrique et notant les températures qui correspondent à chaque résistance. On voit donc que tant que le rapport $\frac{R_T}{R_0} < 4,4$ le fil de platine ne fondra pas. Il est cependant prudent de ne pas aller si près de la limite, surtout quand le tube a servi depuis un certain temps, à très hautes températures, car la volatilisation du platine en a diminué légèrement le diamètre, par conséquent augmenté la résistance. — Ensuite l'ampérage à hautes températures est toujours un peu trop fort par suite de la légère conductibilité électrolytique de la brasque.

Avec du platine iridié à 10 p. 100 j'ai obtenu la fusion du fil pour une variation de résistance $\frac{R_T}{R_0} = 2,90$, c'est-à-dire beaucoup plus petite qu'avec le platine. Pour du platine venant de deux maisons différentes, j'ai trouvé pour la fusion du fil les deux valeurs suivantes pour $\frac{R_T}{R_0}$: 4,40 et 4,08. On voit donc combien il est important de mesurer le rapport $\frac{R_T}{R_0}$ sur un échantillon du platine dont on se sert. Si donc, à l'aide d'un rhéostat intercalé dans le circuit, on s'arrange de manière à ne jamais dépasser la valeur limite, l'appareil pourra servir indéfiniment.

Il faut toujours mesurer $\frac{R_T}{R_0}$ et ne pas croire que pour un fil

d'un diamètre déterminé, il suffit de ne pas dépasser un ampérage I déterminé une fois pour toutes, il n'en est rien ; l'expérience a montré et la théorie le fait prévoir, que l'ampérage I limite dépend du diamètre du fil, de l'isolement calorifique de l'appareil, des pertes calorifiques produites par l'appareil chauffé.

En effet, lorsqu'on est arrivé à un état stationnaire, la chaleur perdue par le rayonnement est égale à celle fournie par le courant électrique. Or, celle-ci est, comme on le sait, $R_r I^2$; comme R_r est constante, puisqu'on admet l'état stationnaire, la chaleur rayonnée sera proportionnelle à I^2 . L'ampérage est donc fonction de l'isolement calorifique de l'appareil, aussi l'intensité du courant nécessaire pour porter le tube à une température donnée est d'autant plus petite que l'on a employé un isolement calorifique meilleur, et c'est pour cela qu'il faut envelopper le tube de plusieurs couches de toile et carton d'amiant qui produisent un isolement excellent.

Mais il y a aussi une perte de chaleur provenant de l'appareil chauffé. Un tube de fer produit par conductibilité une perte de chaleur beaucoup plus grande qu'un tube de porcelaine, qui lui-même rayonne beaucoup plus qu'un creuset enfermé dans le tube, et c'est ce qui fait qu'un courant d'une intensité I peut, dans le cas du tube de fer, porter à peine au rouge le fil de platine qu'il fond dans le cas du creuset. On peut l'expliquer de la manière suivante : soit q la chaleur rayonnée par l'enveloppe isolante, q' la chaleur rayonnée par le tube chauffé, pendant l'unité de temps, lorsque l'équilibre est atteint pour un voltage E aux bornes, on a : $R_r I^2 = q + q'$, le tube étant porté à la température T .

Voyons ce qui arrivera si on supprime le tube chauffé ; on aura : $R_r I^2 > q$, puisque q' est nul, mais alors on n'aura pas équilibre, puisque la quantité de chaleur fournie par le courant est plus grande que celle qui se perd : la température du fil de platine augmentera donc et l'on pourra arriver à la fusion du fil si l'isolement calorifique est bon. Il ne faut pas chercher à avoir un isolement calorifique trop grand, car on ne pourrait plus alors régler la température de l'appareil en agissant sur le rhéostat, car une variation très petite de I produit dans ce cas des variations considérables de la température. Par expérience, on détermine le nombre de couches de carton d'amiant dont il faut entourer le tube pour obtenir la température maxima avec 3 à 4 ampères ;

avec un ampèremètre au $\frac{1}{10}$ d'ampère, on a alors une sensibilité suffisante de réglage.

La longueur du fil de platine et son diamètre sont fonction de la grandeur de l'appareil, de la vitesse avec laquelle on veut chauffer, du voltage électrique maximum dont on dispose, de la température maximum que l'on veut obtenir.

Les spires doivent être placées à 5 à 6 millimètres environ l'une de l'autre — cela donne la longueur du fil de platine à employer pour entourer l'appareil choisi ; — le diamètre du fil doit être choisi entre $\frac{25}{100}$ et $\frac{40}{100}$ millimètre, suivant le voltage qu'on a à sa disposition. Il se calcule approximativement de la manière suivante : soit E le voltage maximum dont on dispose, s la section du fil de platine cherchée, l sa longueur, R_0 la résistance d'un mètre de fil de platine d'un millimètre carré de section du fil que l'on possède ; on a

$$4,4 R_0 \frac{l}{s} \times I = E.$$

On fait dans cette égalité I maximum = 4 et on a sensiblement

$$18 R_0 \frac{l}{s} = E.$$

Ainsi pour un tube dont je me sers, il a fallu employer 6 mètres de fil dont la variation de résistance avec la température était $\frac{R_r}{R_0} = 4,4$, le voltage maximum $E = 220$ volts, $R_0 = 0^2,16$, la formule devient :

$$s = \frac{18 R_0 l}{220} = \frac{18 \times 0,16 \times 6}{220} = 0,078,$$

ce qui fait du fil de 0^{mm},3 de diamètre dont la section est de 0^{mm2},072.

Ce calcul permet de se rendre compte approximativement du diamètre de fil le plus convenable, car il y a toujours l'isolement calorifique dont on ne peut donner une mesure et qui a une grande influence sur la valeur de I.

On peut toujours l'augmenter ou le diminuer si I n'a pas la valeur convenable en ajoutant ou enlevant une ou plusieurs couches de toile ou de carton d'amiante.

La résistance que l'on doit mettre en circuit au commencement doit être considérable, elle doit pouvoir absorber toute l'énergie disponible en donnant un ampérage de 4 ampères environ. Avec le fil dont je viens de parler dont la résistance à froid est de $13^2,4$, la résistance auxiliaire était de 40Ω , le courant qui passe au commencement est de

$$I = \frac{220}{40 + 13,4} = \frac{220}{53,4} = 4^1,1.$$

Mais l'ampérage baisse rapidement par suite de l'augmentation de résistance du platine. En maintenant $3^1,5$ pendant 20 minutes, on porte la température d'un tube de porcelaine de 32 millimètres extérieur au rouge sombre : 650 degrés. — On diminue plus ou moins vite la résistance intercalée dans le courant suivant la rapidité avec laquelle on veut chauffer. La température la plus élevée s'obtient en mettant l'appareil en court-circuit. Mais il ne faut pas oublier qu'à partir de $1,400$ degrés la porcelaine de Bayeux commence à se ramollir et à se déformer et met souvent l'appareil hors d'usage en se soudant au tube en terre réfractaire.

Sur la préparation du baryum, par M. GUNTZ.

Le baryum pur n'a pas été obtenu jusqu'ici : dans la littérature chimique je n'ai pu trouver d'analyse montrant la pureté du corps produit. Bunsen et Matthiesen ⁽¹⁾, Frey ⁽²⁾, Maquenné ⁽³⁾, Borchers ⁽⁴⁾, indiquent dans leurs mémoires qu'ils ont obtenu du baryum, d'autres savants au contraire, plus récemment comme Cl. Limbs ⁽⁵⁾ puis Bela de Lengyel ⁽⁶⁾, n'ont pu obtenir ce métal dans leurs essais de préparation par voie chimique et par électrolyse.

En étudiant les conditions de stabilité de l'amalgame de baryum, j'ai pu obtenir le métal à l'état pur en assez grande quantité et étudier ses propriétés. L'amalgame de baryum s'obtient, comme

(1) BUNSEN et MATTHIESEN, *Liebigs Annalen*, t. XCIII, p. 277.

(2) FREY, *Liebigs Annalen*, t. CLXXXIII, p. 367.

(3) MAQUENNE, *Bulletin Soc. chimique*, t. VII, p. 386.

(4) BORCHER, *Traité d'électrochimie*, p. 93.

(5) CL. LIMBS, Thèse Faculté des sciences de Paris, 1895, p. 105.

(6) BELA DE LENGYEL, *Math. naturw. Ber. Ungarn*, 14^e p. 180.

on le sait, très facilement et en grande quantité par l'électrolyse d'une solution saturée de BaCl_2 en se servant d'une cathode de Hg, l'anode étant en platine iridié. Dans ces conditions, en peu de temps, avec des courants de 40 à 50 ampères, il est facile d'obtenir plusieurs kilogrammes d'amalgame à 3 p. 100 de baryum. M. Maquenne avait déjà essayé d'en séparer le métal en distillant l'amalgame au rouge vif, mais à cette température « on le voit, dit-il, décrépiter sans fondre et se résoudre en une poussière qui se répand dans toutes les parties de l'appareil, il semble néanmoins qu'il se produise ainsi une séparation complète du mercure. Mais il ajoute plus loin qu'on ne saurait fonder sur cette méthode une préparation pratique du baryum, d'autant moins que ce métal paraît être infusible à la plus haute température que le tube de porcelaine puisse supporter, lorsqu'on fait le vide. »

Depuis, d'autres savants comme Kerp⁽¹⁾, Langbein⁽²⁾, Stansfield⁽³⁾, ont également échoué dans leurs essais d'extraction du métal de son amalgame.

En répétant ces expériences, j'ai reconnu que ces résultats ne tenaient qu'à la manière de chauffer le tube, car on peut assez facilement retirer le baryum de son amalgame en observant certaines précautions.

Pour arriver à chauffer le tube de porcelaine très régulièrement et très lentement, j'ai employé le procédé de chauffage électrique que j'ai décrit en fixant sur le tube de porcelaine, la pince thermo-électrique de M. Lechatelier, pour avoir à chaque instant la valeur de la température à laquelle on porte la nacelle.

Chauffons de l'amalgame de baryum à 3 p. 100 de métal dans une nacelle en fer placée à l'intérieur du tube de porcelaine où l'on a fait le vide, nous constaterons, en regardant ce qui se passe, que toujours en opérant sur une quantité notable de matière, si lentement que l'on chauffe, il se produit toujours des projections de la matière contenue dans la nacelle ; elles tiennent à ce que le mercure qui se sépare du baryum, va se condenser à droite et à gauche de la nacelle dans la partie froide, et si le tube est légèrement incliné, il arrivera un moment où les gouttelettes condensées dans la partie

(1) KERP, *Zeitschrift Anorg. Chemie*, tome XVII, p. 289.

(2) LANGBEIN, *Dissertat.* Königsberg, 1900.

(3) STANSFIELD, *Memoirs and Proceedings of the Manchester Library and philos. Soc.*, 461, n° 4, p. 9.

la plus élevée du tube couleront et viendront au contact de la nacelle chauffée au rouge, et là, par leur brusque vaporisation, projeteront l'amalgame sur les parois du tube de porcelaine. Pour éviter cet inconvénient, il faut mettre dans la partie surélevée du tube, une spirale de fil de nickel de 2 millimètres de diamètre environ et contenant 5 à 6 spires. Cette spirale commence près de la nacelle et s'appuie exactement sur les parois intérieures du tube de porcelaine. Le mercure se condense alors entre les spires et ne peut plus couler sur la nacelle, de plus la conductibilité calorifique du nickel chauffe le mercure touchant les spires et le vaporise lentement. Avec ce dispositif on peut éviter d'une façon absolue les projections de l'amalgame.

Si maintenant on continue à chauffer le tube de porcelaine, on constate que chaque fois que la nacelle renferme une grande quantité d'amalgame de baryum, le tube de porcelaine casse lorsque la température dépasse notablement 1,000 degrés ; j'ai eu ainsi plus de 20 tubes cassés dans ces circonstances. J'ai attribué d'abord cette rupture à la qualité des tubes, puis aux conditions de chauffage et reconnu finalement que cela tenait uniquement à ce que vers 1,000 degrés, par suite de la volatilisation du Ba, la couverture intérieure du tube était si fortement attaquée, que la rupture du tube s'ensuivait. On empêche cet accident en mettant à l'intérieur du tube de porcelaine une feuille mince de 0^{mm},2 d'épaisseur de nickel pur roulée, contenant la nacelle en fer. On constitue ainsi un tube protecteur de la porcelaine, la vapeur de baryum se condense alors sur le nickel en formant avec lui un alliage, et l'on n'observe plus alors de rupture de tube, même en chauffant jusqu'à 1,300 degrés.

Ces deux inconvénients avaient déjà été observés par M. Maquenne sans qu'il en ait reconnu la cause, et c'est à la rupture d'un de ses tubes fortement chauffés, qu'il a dû de découvrir l'action si importante de l'azote sur le baryum.

Chaufions donc en observant les précautions précédentes avec le procédé de chauffage électrique que j'ai indiqué, graduellement et très lentement, de l'amalgame de baryum remplissant une nacelle en fer placée dans un tube de porcelaine où l'on fait le vide. Une pince thermo-électrique fixée à l'extérieur du tube de porcelaine donne la température de la nacelle, et en suivant ses indications, par la manœuvre du rhéostat en circuit, on s'arrange

pour arriver à 600 degrés en environ 3 heures. Dans ces conditions, du mercure se sépare sans projection et il reste dans la nacelle un amalgame fondu à grain très fin contenant de 30 à 40 p. 100 de Ba, bien différent de l'amalgame poreux à 25 p. 100 qu'avait obtenu M. Maquenne. Si l'on continue à chauffer progressivement et lentement l'amalgame jusque vers 850° et qu'on maintienne cette température pendant quelque temps, on obtient un amalgame cristallisé, à grandes facettes, contenant de 70 à 80 p. 100 de baryum, qui se détache facilement de la nacelle après refroidissement. Si on élève la température vers 1,150°, on constate que le métal semble bouillir en se vaporisant très rapidement; on peut à cette température vaporiser en peu de temps plus de 20 grammes de baryum et le métal qui bout ne renferme plus de mercure, comme on peut le constater en cessant de chauffer avant la fin de la distillation. Il n'est pas d'ailleurs nécessaire d'aller aussi haut pour obtenir une séparation complète du mercure. En refroidissant convenablement les extrémités du tube de porcelaine, j'ai obtenu, avec un bien meilleur rendement, à une température inférieure à 1,000°, du baryum pur.

Mais malheureusement, si l'on est parti d'amalgame à 3 p. 100, le peu de Ba qui reste dans la nacelle y adhère si fortement, qu'il est presque impossible d'en retirer le métal pur. Voici comment il faut opérer pour avoir une quantité notable de métal pur. — On part, par exemple, de 2 kilogr. d'amalgame à 3 p. 100 de métal, qu'on concentre dans une cornue en verre chauffée au bain de sable, en faisant le vide avec une trompe à eau; lorsqu'on cesse de chauffer, on laisse rentrer de l'hydrogène pur, on obtient alors un amalgame beaucoup plus compact.

On obtient environ de 500 à 600 grammes d'amalgame à 9 p. 100 environ; cet amalgame est concentré une deuxième fois dans une grande nacelle en fer qu'on place dans un gros tube de porcelaine où l'on fait le vide. On chauffe lentement et progressivement jusqu'à 800 degrés environ, température qu'on maintient pendant une heure. — L'amalgame est alors fondu et bien liquide. Avant d'arrêter le chauffage, on incline lentement le tube de porcelaine jusqu'à ce que le liquide affleure au bord de la nacelle en fer. Ce produit fondu sera rassemblé alors à l'extrémité de la nacelle, et pourra après refroidissement se détacher de la nacelle en gros fragments moins altérables.

La distillation est conduite de manière à obtenir de l'amalgame à 85 p. 100 environ de Ba qui se détache plus facilement de la nacelle. On pourrait en élevant davantage la température diminuer la teneur en mercure, mais il n'y a pas d'avantages, car lorsqu'il renferme 95 p. 100 de métal, l'amalgame devient adhérent à la nacelle.

L'amalgame à 85 p. 100 ainsi obtenu est enfin placé dans une nacelle plus petite et chauffé dans un tube de porcelaine garni à l'intérieur d'une tôle de 0^{mm},2 de nickel. L'on chauffe d'abord pendant deux heures à 900°, puis une heure à 950°. A cette température, une partie de Ba se volatilise déjà, mais tout Hg disparaît, il ne faut pas chauffer plus d'une heure à 950° pour ne pas perdre trop de métal par volatilisation. La gaine de Ni protège partiellement le tube en porcelaine qui se casserait presque immédiatement sans cette précaution. On laisse refroidir la nacelle dans le vide après l'avoir inclinée pour rassembler le métal à une extrémité.

Après refroidissement, on laisse rentrer dans l'appareil CO₂, puis on enlève la nacelle en ayant soin de n'y pas faire tomber de mercure.

Pour retirer le baryum de la nacelle à laquelle il adhère fortement, il faut l'enlever au ciseau, opération au cours de laquelle il s'oxyde fortement, altération qui explique les nombres un peu faibles trouvés dans nos analyses. Le métal obtenu a été analysé en en décomposant un poids connu par l'eau et pesant ensuite le baryum à l'état de sulfate. Il était exempt de mercure, car la solution était parfaitement limpide et ne renfermait pas de mercure dissous.

Voici les analyses :

Baryum employé.	Ba SO ₄ trouvé.	P. 100 de baryum.
0.2900	0.4814	97.72
0.4949	0.8231	97.89

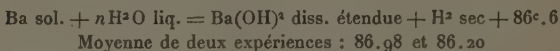
Comme contrôle définitif, on a également mesuré le volume d'hydrogène dégagé par un poids connu de métal. Ce contrôle est indispensable, car l'hydrure de baryum renferme, comme je l'ai montré, 98.56 de Ba.

Le baryum est un métal blanc d'étain dans sa coupure fraîche, devenant rapidement gris puis noir à l'air ; lorsqu'il est en poudre

condensée sur les parois du tube à porcelaine où on l'a préparé, il prend souvent feu au contact de l'air et presque toujours lorsqu'on essaye de le détacher à l'aide d'un corps dur.

Il décompose l'eau facilement en dégagant de l'hydrogène. Cette réaction permet de déterminer la chaleur d'oxydation du baryum. Pour opérer cette mesure, on projette rapidement dans l'eau du calorimètre un fragment de baryum ; il va rapidement au fond en dégagant de l'hydrogène, et l'expérience dure de 2 à 3 minutes.

J'ai trouvé ainsi à 10 degrés :



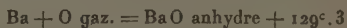
Comme le baryum employé ne contient que 97.8 de métal, pour rapporter ce nombre au métal pur, on peut faire une correction en augmentant le nombre trouvé de 22 millièmes :

$$86.6 \times 0.022 = 1.8$$

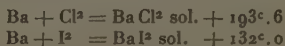
Le nombre corrigé sera donc :

$$86.6 + 1.8 = 88.4$$

On en déduit pour la chaleur d'oxydation de la baryte :



Ce nombre permet de calculer la chaleur de formation des divers composés du baryum ; on trouve ainsi pour



et ces valeurs nous expliqueront l'action des métaux alcalins.

Les propriétés du baryum obtenu montrent que le métal n'avait pas été réellement obtenu jusqu'ici, car ses propriétés sont toutes différentes de celles signalées.

Contrairement aux assertions de l'rey, le baryum est parfaitement fondu au-dessous de 1,000°, et son point de solidification est environ de 850°. Je n'ai pu encore mesurer exactement cette température, car il faut éviter de placer la pince thermo-électrique à l'intérieur du tube de porcelaine pour éviter son altération par les vapeurs du baryum. C'est de plus un métal très volatil dans le vide

et qui semble bouillir un peu en dessous de $1,100$ degrés, et cette propriété explique les difficultés de sa préparation. Elle permettra de retirer ce métal des alliages de baryum et notamment de sa combinaison avec l'aluminium qu'on obtient facilement, comme l'a montré Békétoff⁽¹⁾.

Le baryum est mou comme le plomb, quoiqu'un peu plus dur quand il est bien exempt de mercure, cassant au contraire lorsqu'il renferme 2 à 3 centièmes de mercure.

Il adhère fortement à la nacelle en fer où il a été fondu. Quand le refroidissement du métal a été très lent, sa cassure est cristalline. Le baryum est très facilement soluble dans le sodium fondu même à basse température, lorsqu'on le chauffe au contact de ce métal, mais il ne semble pas y cristalliser par refroidissement comme le calcium. Cet alliage traité par l'alcool absolu se dissout rapidement et complètement. Cependant on peut retirer le baryum de cet alliage par distillation dans le vide, et il semble que ce soit là un procédé assez simple de purification du baryum, car les impuretés ne se dissolvent pas dans le sodium fondu. Je compte opérer sur une certaine quantité de cet alliage obtenu plus simplement par voie chimique en faisant agir le sodium sur l'iodure de baryum. L'action du baryum sur son chlorure est très intéressante et explique pourquoi on échoue dans les préparations de ce métal par électrolyse du chlorure fondu, dans les conditions où l'on s'est placé jusqu'ici.

En effet, si l'on chauffe un fragment de $BaCl^2$ au contact de Ba fondu sans aller jusqu'à la fusion du chlorure, on constate que ce dernier se transforme peu à peu en sous-chlorure de baryum transparent au microscope et qui dégage de l'hydrogène lorsqu'on le traite par l'eau.

Je n'ai pas encore déterminé la composition de ce corps. Lorsqu'on projette au contraire Ba dans $BaCl^2$ fondu vers $1,000$ degrés, on voit le métal descendre d'abord dans le liquide, puis se vaporiser, et des flammes verdâtres provenant de la combustion du baryum se produisent à la surface du bain fondu.

C'est ce qui fait que dans l'électrolyse de $BaCl^2$ fondu à haute température, tout le métal produit est vaporisé; à basse température, au contraire, il se forme du sous-chlorure qui empêche la

(1) *Bulletin Société chimique*, 1859.

production du métal. Cependant quelques essais semblent indiquer la possibilité d'obtenir du métal par électrolyse, je compte revenir bientôt sur ce sujet.

Action de l'hydrogène sur l'amalgame de strontium,
par M. GUNTZ.

J'ai indiqué (1) dans un précédent travail, qu'en chauffant dans un courant d'hydrogène de l'amalgame de strontium, on obtenait de l'hydrure de strontium que M. Gautier a obtenu également par une autre méthode (2). Le produit ainsi obtenu est pur, comme le montrent les analyses de ce produit.

	Trouvé.			Théorie.
Strontium	98.12	97.15	97.56	97.75
Hydrogène.	2.12	2.18	»	2.25

Il faut prendre cependant quelques précautions lorsqu'on veut obtenir ce composé exempt de mercure. On commence par concentrer l'amalgame de strontium pauvre obtenu par électrolyse en le chauffant dans le vide dans une cornue en verre. On s'arrange de manière à obtenir un amalgame contenant de 12 à 15 p. 100 de métal. C'est un produit poreux, d'aspect métallique lorsqu'on évite l'action de l'air, que l'on chauffe vers 600° dans un tube de porcelaine rempli d'hydrogène. Vers 500°, l'hydrogène commence à être absorbé, il se produit entre la vapeur de mercure, l'hydrogène et le strontium un équilibre réglé par la température et les masses relatives. Mais comme l'extrémité du tube de porcelaine est refroidie, on se trouve dans le cas des mélanges non homogènes, le mercure se condense en même temps que la proportion d'hydrure augmente. On élève graduellement et très lentement la température, lorsque l'absorption de l'hydrogène se ralentit. On reconnaît que tout le mercure est chassé lorsque l'hydrogène n'est plus absorbé. Dans ces conditions, tout le mercure est déplacé, mais comme la réaction est réversible, on peut observer aussi le déplacement inverse en chauffant au rouge sombre de

(1) *C. R.*, t. CXXXIII, p. 1209.

(2) *C. R.*, t. CXXXIV, p. 100.

l'hydrure dans un courant de vapeur de mercure, il se dégage de l'hydrogène et il se reforme de l'amalgame de strontium. On observe ce résultat lorsque les différentes parties de la nacelle ne sont pas à la même température, Sr H^2 se forme d'abord dans la partie la plus chaude, puis est décomposé par la vapeur de mercure provenant de l'amalgame moins chaud qui se décompose. On constate alors un dégagement d'hydrogène qui produit dans l'appareil une augmentation de pression caractéristique.

En laissant au contraire un volume limité d'hydrogène au contact de l'amalgame, on constate que, par la formation de l'hydrure de strontium, le vide complet se fait dans l'appareil tant que la température est inférieure à 900 degrés; lorsque la température est plus élevée, le vide ne se fait plus complètement, comme on le constate par l'observation du niveau du mercure dans le manomètre témoin, et ce résultat est dû à la tension de dissociation de l'hydrure. Ces phénomènes sont semblables à ceux observés par MM. Troost et Hautefeuille sur les hydrures de potassium et de sodium.

Pour mesurer ces tensions, on peut opérer de deux manières :

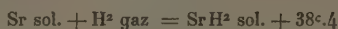
On chauffe : 1° de l'amalgame de strontium avec un volume limité d'hydrogène en mesurant jusqu'à quelle limite H s'absorbe ; 2° de l'hydrure pur en mesurant la pression de H dégagé. Ces deux méthodes ont toutes deux la même cause d'erreur qui provient de la volatilité des substances en présence. Au delà de 1,000 degrés, amalgame de strontium, strontium, hydrure de strontium, sont volatils et vont se condenser en dehors de l'endroit où l'on mesure la température, et alors occasionnent des erreurs provenant de ce qu'alors il est presque impossible d'observer des pressions stationnaires pendant un temps suffisant. Il faut d'ailleurs toujours opérer sur des quantités assez grandes de ces produits pour que les mesures soient possibles. J'ai mesuré ces tensions à deux températures fixes en mesurant sur une règle graduée la hauteur de mercure soulevé dans un manomètre en communication avec le tube où se trouvait l'hydrure.

J'ai trouvé ainsi comme moyenne de plusieurs expériences :

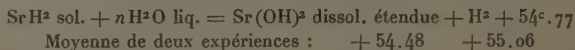
Temp. = 1,000°	Tension : h = 100mm
— 1,100°	— 300mm

Ces nombres permettent, à l'aide de la formule de Clapeyron,

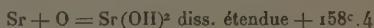
de calculer la chaleur de formation de l'hydrure de strontium à partir des éléments. J'ai trouvé ainsi :



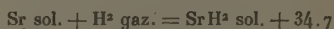
La mesure directe de la chaleur de formation de l'hydrure de strontium confirme cette valeur. La décomposition par l'eau de SrH^2 présente quelques difficultés. Lorsqu'on emploie de l'hydrure non fondu, la décomposition par l'eau est trop rapide pour donner une bonne mesure, les bulles de gaz amenant le produit à la surface ; il faut employer de l'hydrure fondu dans un courant d'hydrogène à la plus basse température possible, et employé en gros fragments. Dans ces conditions, j'ai trouvé ainsi à 10 degrés :



Ce nombre permet de calculer la chaleur de formation de l'hydrure, connaissant la chaleur de formation de la strontiane déterminée par Thomsen :



on trouve :



La différence entre ces deux nombres tient, d'une part à la difficulté qu'il y a à trouver des nombres exacts pour la tension de dissociation de l'hydrure, ensuite au nombre admis pour la chaleur de formation de la strontiane, nombre probablement un peu faible par suite de la méthode employée par Thomsen.

En tout cas, on voit que la chaleur de fixation de l'hydrogène sur le strontium est considérable : + 17^c,35 par atome d'hydrogène fixé. J'ai trouvé autrefois pour la chaleur de formation de l'hydrure de lithium $\text{LiH} = \text{LiH} + 21^{\circ}.6$.

Ces deux nombres sont du même ordre de grandeur. La connaissance des tensions de dissociation de l'hydrure de strontium permet maintenant de donner les conditions exactes de préparation du strontium métallique à partir de ce composé.

Lorsqu'on chauffe dans le vide vers 900 degrés de l'hydrure de strontium contenu dans une nacelle en fer placée à l'intérieur d'un tube en nickel mince pour protéger les parois du tube de porcelaine,

on constate que l'hydrure se décompose lentement en perdant de l'hydrogène, mais le strontium fondu reste partiellement seulement dans la nacelle, car, à cette température, la tension de vapeur du métal est déjà considérable. Le strontium volatilisé se dépose sur la porcelaine et sur le nickel et il y a une partie du tube où le dépôt se fait lentement sur de l'hydrure et dont on peut détacher une lame mince de métal cristallisé blanc d'argent.

Lorsqu'on opère la décomposition de l'hydrure dans un courant d'hydrogène à 1,300 degrés, il faut chauffer également une grande quantité d'hydrure dans un creuset de fer profond, fermé complètement afin que le métal soit préservé contre une volatilisation trop rapide par une couche d'hydrure fondu. On obtient un produit d'aspect métallique, mais qui contient un peu d'hydrure dissous, comme le montrent mes analyses et c'est ce produit titrant 98,5 de strontium environ que les auteurs ont pris pour du strontium. Je n'ai pas encore obtenu en grande quantité le strontium exempt d'hydrogène, mais j'espère y arriver en opérant sur plusieurs centaines de grammes d'hydrure. Ces résultats expliquent les contradictions auxquelles on était arrivé dans la préparation du strontium à partir de l'amalgame. Le strontium ainsi obtenu donne facilement avec l'ammoniaque liquide la coloration mordorée des ammoniums métalliques que je n'avais pu obtenir dans les mêmes circonstances avec du métal retiré de l'amalgame et qui contenait un peu de mercure.

Je compte, d'ailleurs, étudier comparativement le baryum et le strontium ammonium.

**Les Céphalidées, section physiologique de la famille
des Mucorinées, par M. le professeur Paul VUILLEMIN.**

INTRODUCTION

Parmi les Champignons de la sous-classe des Phycomycètes, qui rappellent les Algues siphonnées par leur thalle formé de filaments sans cloisons, les trois genres *Piptorephalis*, *Syncephalis* et *Syncephalastrum* se distinguent par un caractère très frappant. Les filaments aériens et leurs ramifications portent, sur un renflement

terminal, des baguettes sporogènes simples ou ramifiées, groupées en grand nombre comme une chevelure sur une tête.

Par la structure de leur thalle, par leur mode de végétation, par la formation des zygosporos connue chez les deux premiers, ces trois genres se rattachent au groupe des Mucorinées. Les organes disséminateurs qui leur sont propres tiennent la place et remplissent les fonctions des sacs renflés qui renferment les spores des autres Mucorinées.

L'importance de la tête chevelue est diversement appréciée ; l'homologie des parties qui la composent dans les trois genres est incertaine, ses rapports avec les sporocystes (improprement appelés sporanges) des autres Mucorinées sont controversés. Il est certain qu'un caractère important en lui-même, facile à constater, mérite d'être placé au premier rang dans une clef dichotomique ou dans un classement qui vise uniquement à faciliter les déterminations spécifiques ; mais il ne suffit pas pour fixer les affinités, pour justifier la formation d'un groupe naturel ayant la prétention d'être l'expression des affinités.

L'étude des trois genres *Piptocephalis*, *Syncephalis* et *Syncephalastrum* nous ayant conduit à considérer leur affinité réciproque comme moins certaine que l'affinité de chacun d'eux avec d'autres genres de Mucorinées, nous avons renoncé à les réunir sous un nom tiré, comme les noms de famille ou de tribu, du nom générique de l'un d'entre eux. La section empirique formée par ces trois genres, en vue d'une étude comparative, sera désignée sous le nom de Céphalidées, qui rappellera le caractère qui en justifie l'examen spécial.

La fructification des Céphalidées paraît, à première vue, bien différente de tout ce qu'on connaît chez les autres Mucorinées. La première espèce de ce groupe, découverte par Fresenius (1864) sur le crottin de cheval, en compagnie du *Mucor Mucedo*, pouvait être alors envisagée aussi bien comme un nouveau type de fructification de la moisissure vulgaire et polymorphe que comme une espèce indépendante. De Bary et Woronine, qui la retrouvèrent sur le même support et dans la même promiscuité, laissent encore indécise la question de ses liens génétiques avec le *Mucor* ; cependant ils sont portés à admettre son autonomie, puisqu'ils lui donnent un nom. Le *Piptocephalis Freseniana* est caractérisé, pour ces auteurs, par un appareil conidien dont les spores exogènes sont

formées sur des têtes caduques. Rien dans cet appareil ne rappellerait les fructifications endogènes des Mucorinées. C'est encore sur le même *Piptocephalis Freseniana* que porte uniquement la première étude de Brefeld sur les Céphalidées. Il établit définitivement sa valeur d'espèce indépendante en découvrant ses zygosporos, différentes de celles du *Mucor* et en montrant par quel procédé il vit en parasite aux dépens de la moisissure vulgaire.

La zygospore du *Piptocephalis*, tout en s'éloignant de celle du *Mucor* par des caractères accessoires dont l'importance s'est amoindrie devant les découvertes ultérieures, provient pourtant, dans les deux cas, de l'association de deux corps protoplasmiques, paraissant équivalents et représente en définitive un organe adapté à la même fonction conservatrice, une chronispore en un mot. A ce double titre, elle démontre la parenté des deux genres. Cependant, pour Brefeld, cette parenté est assez éloignée et, si la ressemblance des zygosporos autorise à réunir les Mucorinées et les Piptocéphalidées dans un même ordre sous le nom de Zygomycètes, l'appareil de multiplication rapide, caractérisé chez les premières par des spores endogènes, chez les secondes par des conidies, exige leur séparation dans deux familles différentes. La famille des Piptocéphalidées est rapprochée de la famille des Chaetocladiacées qui forme avec elle un sous-ordre opposé aux Mucorinées par la présence de conidies.

Van Tieghem et Le Monnier (1), disposant de matériaux plus variés et de points de comparaison qui manquaient à Brefeld, attribuent une origine endogène aux spores des *Chaetocladium*, des *Piptocephalis* et des *Syncephalis* comme à celle des *Mucor*. Les prétendues conidies des *Chaetocladium* sont des sporanges monosporés comparables aux sporangioles du nouveau genre *Chirstostylum* ; les chapelets de spores des Céphalidées et les baguettes dont ils proviennent sont des sporangioles de forme spéciale. Tandis que les auteurs allemands avaient cru justifier la séparation de l'ordre des Zygomycètes en deux groupes et en trois familles en se basant sur la différence des organes multiplicateurs, les auteurs français pensent fonder l'unité de la famille des Mucorinées sur l'origine semblable de ces mêmes organes. La caractéristique

(1) VAN TIEGHEM et LE MONNIER, « Recherches sur les Mucorinées ». (*Annales des sciences naturelles, Botanique*, 5^e série, t. XVII, 1873.)

de la famille repose, à leurs yeux, sur l'existence constante de sporanges variant seulement par des caractères accessoires, tels que la taille, la forme et renfermant un nombre variable de spores.

Dans ses *Nouvelles recherches sur les Mucorinées* ⁽¹⁾, Van Tieghem divise la famille en quatre tribus. Les deux genres à fructification céphalidée alors connus, ceux dont les Allemands faisaient la famille des Piptocephalidées, constituent la tribu des Syncéphalidées. Cette tribu est placée à côté de celles des Mortiérellées dont elle se rapproche par le mycélium anastomosé portant des stylospores, dont elle s'éloigne par les sporanges cylindriques.

Le genre *Syncephalis* est en effet très voisin du genre *Mortierella*. Le thalle aranéux, les stylospores semblables sont des indices d'étroite affinité. Le tube fructifère est identique dans les deux genres jusqu'au moment de la formation des organes sporogènes; il naît sur une patte dichotome et contracte avec elle les mêmes relations chez les *Mortierella* et le *Syncephalis nodosa*, ainsi que nous le verrons au cours de cette étude (voir fig. 2).

Mais autant le genre *Syncephalis* se rapproche des *Mortierella*, autant il s'éloigne des autres Céphalidées. Nous ne connaissons pas chez celles-ci, les stylospores mentionnées dans la caractéristique de la tribu; les filaments contournés des *Piptocephalis* ne rappellent guère les fils délicats des *Syncephalis*, et les anastomoses n'y ont été mentionnées qu'en termes bien vagues. A ces différences morphologiques de l'appareil nourricier, on peut ajouter un curieux antagonisme biologique signalé par Van Tieghem: les *Piptocephalis* qui se nourrissent indifféremment aux dépens de la plupart des Mucorinées, délaissent également les *Syncephalis* et les *Mortierella*.

Les *Syncephalastrum*, découverts depuis, ressemblent moins, par leur thalle et leurs tubes fructifères, aux autres Céphalidées qu'aux *Mucor* et aux *Pilobolus*.

Le mode de formation des zygosporos a été invoqué aussi pour déterminer le degré d'affinité entre les Céphalidées et les autres Mucorinées. Brefeld, ne connaissant encore aucun exemple de branches copulatrices allongées et recourbées en mors de tenailles, fut très frappé de l'aspect particulier de ces organes chez le *Pip-*

(1) VAN TIEGHEM, « Nouvelles recherches sur les Mucorinées ». (*Annales des sciences naturelles, Botanique*, 6^e série, t. I, 1875.)

tocephalis Freseniana, il y vit une raison de plus pour ranger ce genre dans une famille distincte. Van Tieghem et Le Monnier reconnaissent que ce remarquable mode de formation de la zygospore vient s'ajouter à la forme et à la disposition des sporanges pour lui assigner une place à part dans la famille ; cependant il n'est plus isolé comme à l'époque où parut le mémoire de Brefeld, et, par la courbure en mors de pince des cellules copulatrices tout au moins, ces zygospores ressemblent plus à celles des *Phycomyces* qu'à celles actuellement connues des autres Mucorinées.

Dans ses *Nouvelles recherches sur les Mucorinées*, Van Tieghem remarque que le phénomène de conjugaison, tel qu'on l'observe chez les Mucorinées, paraît différer essentiellement de celui que présentent les Algues de la famille des Conjuguées. Les travaux plus récents, notamment les recherches de Maurice Léger sur la structure des Mucorinées⁽¹⁾, n'ont fait qu'accentuer la différence entre les œufs formés par isogamie et les zygospores des Mucorinées.

Néanmoins les Mucorinées ont pris rang dans une classification basée dernièrement sur l'œuf des plantes⁽²⁾. Dans ce tableau, Van Tieghem élève les Mucorinées à la dignité d'ordre et les divise en trois familles, d'après les caractères accessoires des zygospores. Les Mucoracées ont la zygospore nue et intercalaire ; les Syncéphalidacées, la zygospore nue et terminale ; les Mortiérellacées, la zygospore enveloppée.

La famille des Mortiérellacées, d'après cette définition, ne correspond pas à l'ancienne tribu des Mortiérellées, car la zygospore est cortiquée chez les *Absidia* comme chez les *Mortierella*, sans parler des *Phycomyces*, où les appendices, de forme différente, se détachent à la fois de la zygospore et des suspenseurs. Dans ce système, les *Mycocladius* feraient partie d'une autre famille que les *Absidia*. La famille des Syncéphalidacées devra comprendre, à côté des *Piptocephalis* et des *Syncephalis*, le *Pilobolus crystallinus*, peut-être les *Pilaira* et les *Phycomyces* dont la zygospore surpasse à demi le niveau des deux branches génératrices. Le *Piptocephalis Tieghemiana* se comporte comme ces deux derniers genres et non exactement comme ses congénères. Le simple énoncé

(1) M. LÉGER, *Recherches sur la structure des Mucorinées*. (Thèse de la Faculté des sciences de Paris, 1895.)

(2) VAN TIEGHEM, « L'Œuf des plantes considéré comme base de leur classification ». (*Annales des sciences naturelles, Botanique*, 8^e série, t. XIV, 1901.)

de ces rapprochements montre assez que Van Tieghem n'a pas cherché à grouper les plantes en raison de leurs affinités qu'il avait discutées avec tant de sagacité dans ses mémoires antérieurs ; il a voulu nous montrer combien les caractères les plus importants dans certains groupes sont illusoires dans d'autres. Nous croyons seulement que les termes d'embranchement, de classe, d'ordre et de famille, généralement employés en histoire naturelle pour marquer le degré d'affinité des genres, prêtent à confusion quand on les applique à la désignation des groupes artificiels.

C'est pour éviter une confusion semblable, que nous ne voulons considérer les Céphalidées, ni comme une famille, ni comme une tribu et que nous rejetons comme prématurés les termes de Piptocéphalidées, Syncéphalidées et Syncéphalidacées, car, suivant la terminologie consacrée, ces mots voudraient dire que les *Syncephalis* ont des affinités plus étroites avec les *Piptocephalis* qu'avec les *Mortierella*, ce qui n'est pas démontré.

Aujourd'hui, comme il y a près de trente ans, les baguettes des Céphalidées sont considérées par les uns comme des sporanges, par les autres comme des conidies.

L'opinion de Van Tieghem et Le Monnier est généralement acceptée en France ; elle a été adoptée en Allemagne par J. Schröter en 1886⁽¹⁾, en Italie par Berlese et de Toni⁽²⁾, mais, d'autre part, l'opinion de Fresenius⁽³⁾, de Bary et Woronine⁽⁴⁾, Brefeld⁽⁵⁾, a gardé ses fidèles adeptes, tels que Eichler, Alf. Fischer⁽⁶⁾, C. A. J. A. Oudemans⁽⁷⁾ ; J. Schröter, lui-même, dans sa dernière publication⁽⁸⁾, paraît complètement désorienté.

Une telle divergence de vues sur une question travaillée depuis si longtemps et avec tant de soin par les maîtres de la mycologie s'explique en partie par la difficulté du sujet, mais aussi, surtout peut-être, par le défaut de précision du langage employé dans la discussion. Il faut bien le dire aussi, dans une controverse qui porte surtout sur les homologues d'organes très différents à l'état

(1) J. SCHRÖTER, *Kryptogamen-Flora von Schlesien*, 1886.

(2) BERLESE et DE TONI, *Sylloge fungorum de Saccardo*.

(3) FRESenius, *Botanische Zeitung*, 1864.

(4) DE BARY und WORONINE, *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze*, 2^e série, 1866.

(5) BREFELD, *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze* ; 1^{er} Heft 1872.

(6) FISCHER, *Kryptogamen-Flora von Deutschland*.

(7) C. A. J. A. OUDEMANS, *Revision des Champignons des Pays-Bas*, II, 1897.

(8) J. SCHRÖTER, *Die natürlichen Pflanzenfamilien d'Engler et Prantl*, 1897.

adulte, on n'a pas apporté assez de détails précis sur le mode de formation des organes en litige. Les recherches récentes de Mangin ⁽¹⁾, poursuivies à l'aide des ressources de la technique moderne, n'ont éclairé qu'un point restreint du sujet. Nous avons donc pensé qu'il ne serait pas superflu de réunir un certain nombre de documents recueillis depuis une vingtaine d'années dans nos recherches personnelles sur les Céphalidées et d'apporter ainsi de nouveaux éléments au problème des affinités de ce groupe, en insistant surtout sur les questions d'organogénie et d'anatomie comparée.

Nous exposerons d'abord les faits que nous avons observés dans les trois genres qui composent actuellement cette section de la famille des Mucorinées; quelques espèces très vulgaires: les *Syncephalis nodosa*, *cordata*, *asymmetrica*, *Piptocephalis Frese- niana*, nous ont encore permis de glaner bien des détails organo- géniques importants pour la classification; à chaque genre nous avons ajouté une nouvelle espèce: le *Piptocephalis Le Monnier- riana*, le *Syncephalis aurantiaca*, le *Syncephalastrum nigricans*.

En combinant ces faits nouveaux ou personnels aux données qui ont cours dans la Science, nous essaierons, dans une seconde partie, de dissiper quelques-unes des obscurités qui ont régné jusqu'ici dans l'histoire des Céphalidées.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE SPÉCIALE DE QUELQUES ESPÈCES DE CÉPHALIDÉES

1. — *Syncephalis nodosa* Van Tieghem.

Le *S. nodosa* est aujourd'hui bien connu, grâce aux recherches de Van Tieghem, de Bainier, de Schröter. Les renflements échelonnés, au nombre de 3 à 5, sur le tube fructifère, donnent à cette espèce un aspect caractéristique qui lui a valu son nom. Bainier les attribue à une résorption inégale du protoplasme, tandis que Van Tieghem en voyait l'origine dans des épaississe-

(1) L. MANGIN, « Observations sur la membrane des Mucorinées ». (*Journal de Botanique*, t. XIII, 1899.)

ments annulaires de la membrane. Nous avons montré autrefois ⁽¹⁾ que les deux phénomènes s'associent dans quelques cas; le plasma accumulé à certains niveaux y amène la formation de fibres d'épaississement dans la membrane comme on en voit sur toute la longueur des tubes de certains *Piptocephalis*; plus rarement la saillie de la membrane dans ces diaphragmes plasmiques s'exagère au point de constituer de véritables cloisons. Mais tant que le tube fructifère est vivant et turgescent, son contour extérieur demeure uni et cylindrique; les nœuds n'apparaissent, sur les exemplaires jeunes, que sous l'influence des réactifs qui amènent la rétraction de la membrane, sauf au niveau des anneaux plus rigides. Après la formation des spores, le protoplasme perd naturellement sa turgescence, se raréfie dans les nœuds comme dans leur intervalle; la membrane se flétrit irrégulièrement dans les entre-nœuds et se plisse entre les fibres d'épaississement des anneaux; le tube diminue donc de calibre dans toute son étendue, mais à un degré moindre au niveau des épaississements qui forment alors des nouures apparentes.

Les épaississements de la membrane dont les nœuds sont une expression tardive ou artificielle ne sont pas constants. Nous avons souvent observé des exemplaires à membrane homogène et à support cylindrique; mais comme ils étaient toujours mélangés à des exemplaires noueux dont ils ne différaient d'ailleurs en rien, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu d'y voir une variété distincte du *S. nodosa* typique.

Le renflement terminal, en forme de tête, qui porte les éléments sporogènes, est formé d'une dilatation infundibuliforme du dernier entre-nœud à paroi mince et d'une coupole qui, demeurant rigide à la maturité, se rabat sur l'entonnoir flétri. Van Tieghem a bien décrit ce phénomène; nous ajouterons que le sommet de la coupole garde également une paroi mince qui s'affaisse après la chute des spores (*fig. 24*). Les éléments sporogènes s'insèrent donc à mi-hauteur d'un anneau rigide, en tout comparable à ceux qui provoquent les renflements noueux du support, mais beaucoup plus large. Ce caractère de la tête se retrouve même sur les exemplaires dépourvus d'épaississement dans la membrane du tube.

(1) VUILLEMIN, « Études biologiques sur les Champignons ». (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, 1886.)

Les tubes fructifères du *S. nodosa* ne naissent pas perpendiculairement à la patte fixatrice, comme on l'admet en général pour les *Syncephalis*; ils résultent de l'allongement et du redressement d'une des branches de dichotomie de cette patte ramifiée; ce sont des éléments frères des branches qui se recourbent en sens inverse pour jouer le rôle de crampons.

Pour donner la patte dichotome dont les branches se différencieront en crampons et en tubes sporifères, un des filaments très grêles qui constituent le thalle aranéeux, se dilate progressivement; la portion dilatée se bifurque à plusieurs reprises; le protoplasme afflue dans ce rudiment et la patte est constituée (*fig. 1*). En général, une des branches de la première bifurcation prend un peu plus d'avance que l'autre; celle-ci reste simple ou subit une seule dichotomie, tandis que la branche privilégiée sera la souche d'un système plus puissant; le même phénomène se produira à la seconde, à la troisième, à la quatrième bifurcation.

A ce stade ou parfois après une ou deux nouvelles bifurcations, l'une des branches s'allonge en tube fructifère; toutes les autres se transforment en crampons. Parfois, pourtant, deux branches d'ordre variable, gardent une égale vigueur et, après quelques subdivisions, donneront chacune un tube fructifère (*fig. 2, 3*). Le tube fructifère et éventuellement les tubes fructifères sont toujours des produits ultimes de la dichotomie répétée d'un filament renflé du thalle.

Les éléments sporogènes sont assez bien connus à l'état adulte; on sait qu'il forment une couronne unique autour de la tête, que chacun d'eux comprend une spore basilaire d'où partent 3, 4 et même 5 digitations. D'après Bainier, chaque digitation forme deux spores; c'est également le nombre que nous avons observé le plus souvent; Van Tieghem en figure 3 et 4; d'après les dimensions indiquées par Schroeter, il y en aurait trois. Ce nombre est donc variable comme chez la plupart des *Syncephalis* et généralement de 2 à 4.

Les spores ont, à la maturité, une surface rugueuse, due à la persistance de la membrane primitive de la baguette qui leur forme une gaine plissée; Van Tieghem l'a bien compris et Bainier se trompe quand il parle d'une « destruction du sporange ».

Le développement des éléments sporogènes n'a pas été suivi. Bainier dit seulement: « Ces bourgeons, d'abord globuleux, don-

ment ordinairement naissance à deux ramifications remplies de protoplasma » et il les figure en forme de cœurs de carte à jouer dont l'échancrure grandit progressivement par l'allongement de deux lobes égaux. Ces figures semblent avoir été construites artificiellement d'après des vues théoriques et ne répondent pas exactement à la réalité ; l'aspect cordiforme est exceptionnel ; nous l'avons observé seulement sur des éléments très jeunes, et encore les deux branches n'étaient ni équivalentes ni rigoureusement égales.

L'élément sporogène naît sous forme d'un bourgeon oblique, émettant bientôt un rameau perpendiculaire à son bord interne ou supérieur (*fig. 25*). Si le tronc est resté court, son sommet arrondi simule un lobe égal au lobe formé par la ramification et l'on pourrait croire à une dichotomie ; mais, en général, le tronc s'allonge avant d'émettre des branches et atteint environ 7 μ ; il émet un lobe terminal ou un peu déjeté en dehors et deux lobes internes, plus rarement 3, 4 ou un seul, constituant autant de branches latérales. Les deux branches naissent successivement de haut en bas ; dans beaucoup d'éléments jeunes, la branche inférieure n'est encore représentée que par un petit mamelon quand la supérieure est déjà aussi grande que la terminale (*fig. 26, 27*). Ailleurs on trouve le rapport inverse (*fig. 28*) ou même un rudiment plus court entre deux branches plus développées (*fig. 29*). Enfin nous avons vu deux mamelons juxtaposés vers la base du tronc (*fig. 30*), au lieu de se succéder le long du bord interne. L'aspect des éléments jeunes est donc variable, comme l'ordre d'apparition des branches ; cependant la forme prédominante est celle d'un sac émettant des prolongements inégaux dans un même plan et rappelant la forme d'une corne d'élan.

Les spores naissent simultanément quand la branche terminale ou subterminale et les branches internes se sont allongées. Dans chaque digitation le protoplasme se condense en corps elliptiques placés bout à bout dont chacun se revêt d'une membrane propre ; le protoplasme du tronc commun s'organise de même et forme une spore possédant autant de lobes primitivement arrondis qu'il y a de digitations (*fig. 4*).

La membrane primitive de l'élément sporogène reste indépendante des spores ; mais elle continue à s'épaissir et elle s'allonge plus que les spores auxquelles elle constitue un revêtement trop

ample et plissé (*fig. 5*). La membrane s'épaissit au sommet plus vite qu'autour des digitations ; mais elle y présente une autre composition ; elle est plus réfringente et, par la dessiccation, elle s'affaisse en une lamelle très mince soudée à la spore, si bien que celle-ci paraît nue entre l'extrémité saillante de la gaine épaissie (*fig. 5, a*).

Au point d'insertion de la spore basilaire, la membrane primitive reste soudée au court pédicelle et se plisse vers le bas (*fig. 5, b*). Les spores en se désarticulant restent engainées tout autour de la membrane plissée qui se déchire circulairement (*fig. 5, c*) ; leurs extrémités restent nues. La membrane propre des spores est lisse ; la gaine dans laquelle elles se forment est aussi nettement distincte à leur égard que la membrane des sporocystes de *Mucor*.

2. — *Syncephalis cordata* Van Tieghem et Le Monnier.

Cette espèce est la première décrite comme type du genre découvert par Van Tieghem et Le Monnier, l'une des plus communes et des mieux connues, bien qu'elle ait été parfois confondue avec le *S. asymmetrica*, dont nous nous occuperons plus loin. Nous n'aurions rien à ajouter à son histoire si le développement des éléments sporogènes avait été suivi dans tous ses détails.

Nous avons rencontré le *S. cordata*, au mois d'avril 1883, sur les parois d'un cristalliseur rempli de crottin de cheval, incomplètement couvert, et placé à l'ombre depuis treize jours.

Nos exemplaires sont relativement gros et courts. Van Tieghem et Le Monnier assignent aux tubes fructifères 3 millimètres de hauteur ; la largeur du tube à la base serait de 40 à 50 μ d'après Schræter et le renflement terminal aurait 66 μ de diamètre. Nous n'avons pas rencontré de tubes dépassant 1^{mm}, 2 ; par contre, leur calibre s'élevait à 52 μ , et le diamètre de la tête à 100 μ . Il ne s'agissait donc pas de la variété *minor* qui se distingue d'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, non seulement par les dimensions des spores et l'apparence des éléments sporogènes adultes, mais encore par le mode de développement de ces éléments : en sorte que nous pourrions confirmer et justifier l'opinion de Van Tieghem et Le Monnier, qui en avaient fait une espèce à part, sous le nom de *S. asymmetrica*.

Sauf le caractère accessoire de la dimension générale de la fruc-

tification, caractère qui varie sans descendre au-dessous des limites des grandes espèces de *Syncephalis*, dont la hauteur se mesure en millimètres et non en décimillimètres comme celle du *S. nodosa*, nous n'avons rien à ajouter aux descriptions classiques du *S. cordata*. Nous passerons donc immédiatement au développement des éléments sporogènes.

C'est d'abord un mamelon, puis une vésicule, enfin une massue ovoïde perpendiculaire à la surface du renflement qui surmonte le tube fructifère. De semblables massues rayonnent en couche assez dense sur près des deux tiers supérieurs de la boule. La massue qui forme le corps ou le tronc de l'élément sporogène mesure 7-8 μ . de hauteur sur 3,5-4 μ . d'épaisseur au niveau du plus fort renflement. Près du sommet, elle émet deux branches divergeant également en avant et en arrière et faisant entre elles un angle un peu inférieur à un droit (*fig. 22, a*). A mesure qu'elles grandissent, elles se rapprochent l'une de l'autre en courbant leur base de manière à redevenir perpendiculaires à la surface d'insertion du corps dont elles émanent (*fig. 22, b, c*, et *fig. 23*). Cette torsion *secondaire* n'a pas été remarquée, en sorte qu'on a confondu la naissance de deux branches avec une dichotomie vraie, avec une bifurcation du tronc lui-même.

Quand deux éléments sporogènes sont trop rapprochés, leurs branches viennent à se heurter et subissent parfois une torsion (*fig. 22, d*); l'une d'elles peut rester plus courte ou même avorter totalement (*fig. 22, e, f*). Ce cas diffère visiblement de celui des baguettes simples, car la branche unique fait un angle normal avec le tronc, et son calibre est égal aux deux tiers du diamètre du tronc comme dans le cas normal où deux branches naissent simultanément sous le sommet.

Le tronc et les digitations grossissent et atteignent en moyenne 6 μ . de diamètre à l'époque où les spores apparaissent. La spore basilaire remplit le tronc et s'arrête à la naissance des branches ou parfois plus haut; elle empiète alors sur une branche ou sur les deux, inégalement ou également; on voit d'ici l'étendue des modifications que sa forme en ressent. Les autres spores deviennent les tonnelets inégaux décrits par Van Tieghem et Le Monnier.

La membrane primitive de la baguette reste distincte des spores comme chez le *S. nodosa*; elle est également accrescente et, à la maturité, elle forme un ample vêtement plissé autour des spores

lisses ; mais elle garde plus d'élasticité : au lieu de former un manchon béant aux deux bouts, la gaine se replie sur les extrémités autour d'un bouchon particulier dont il n'existait pas d'équivalent chez l'espèce précédente et dont l'origine se lie à un mode spécial de séparation des spores à l'intérieur de la gaine primitive.

Le début de la sporulation est marqué par l'étranglement du contenu de la baguette par autant de cercles qu'il se séparera de spores. Bainier a signalé un phénomène d'étranglement analogue dans les baguettes de *Syncephalis fusiger*, mais il n'en a pas étudié les suites. Dans notre espèce, le cordon noueux reste collé à la membrane primitive sur tout le pourtour des ventres et s'en écarte au niveau des étranglements annulaires ; en même temps, il se revêt d'une nouvelle membrane épaisse et réfringente qui va du sommet d'une digitation au sommet de sa congénère en passant par la matrice de la spore basilaire. La membrane nouvelle acquiert son maximum d'épaisseur au niveau des étranglements et y forme des bouchons traversés d'abord par des traînées protoplasmiques (*fig. 7, 8*). Puis un mince liseré transversal marque la séparation des deux moitiés de chaque bouchon pour en laisser une à chaque spore. Celle-ci ressemble alors à un flacon bouché aux deux bouts avec du liège. La substance des bouchons paraît être hygroscopique et susceptible de provoquer la rupture de la gaine primitive au niveau de chaque étranglement. Celle-ci se rabat alors jusqu'au bouchon (*fig. 9*) ; plus tard, le bouchon ayant accompli son rôle de disjoncteur, se rétracte et chaque pôle est marqué par une dépression (*fig. 10*).

La membrane qui se plisse à la maturité à la surface des spores est certainement la membrane primitive de la baguette ; nous n'avons rien vu en dehors d'elle ; les spores ne sont donc pas mises en liberté par la résorption précoce de la membrane commune, comme le croyaient Van Tieghem et Le Monnier ; cette membrane persiste et c'est elle qui forme les rides transversales ondulées remarquées par ces auteurs à l'extérieur de la membrane des spores mûres.

Dans ses *Nouvelles recherches sur les Mucorinées* publiées en 1875, Van Tieghem décrit des espèces : *Syncephalis intermedia*, *ramosa*, *nodosa*, « où la membrane sporangiale persiste autour des spores après leur maturité et indéfiniment ; il n'est même pas nécessaire alors d'étudier les états jeunes pour la mettre en évi-

dence ». Il considère pourtant ces cas comme exceptionnels et admet encore qu'à la maturité la membrane du sporange se trouve en général résorbée. Il ne revient pas sur les espèces qu'il avait décrites avec Le Monnier. Nous avons vu que Bainier en 1883, malgré les observations exactes de Van Tieghem sur le *S. nodosa*, retombait, à propos de cette espèce, dans l'erreur commise primitivement au sujet du *S. cordata*.

3. — *Syncephalis asymmetrica* Van Tieghem et Le Monnier.

D'après la diagnose sommaire de Van Tieghem et Le Monnier, cette espèce diffère peu du *S. cordata*; elle s'en distingue : 1° par ses dimensions moindres, le tube ayant 0^{mm},6 à 1 millimètre de hauteur, les spores 5^μ,5 sur 4 μ ; 2° par la dissymétrie de la portion commune des baguettes bifurquées. Schröter n'y voit qu'une variété *minor* du *S. cordata*.

Ayant retrouvé cette forme en juin 1886 sur du crottin de cheval, nous partageons l'opinion de Van Tieghem et Le Monnier sur sa valeur spécifique; nous n'avons constaté aucune transition entre elle et le *S. cordata*, que nous cultivions comparativement.

Le tube fructifère est presque cylindrique chez le *S. cordata*, fortement renflé à sa partie inférieure chez le *S. asymmetrica*. Ce caractère, indiqué sur le dessin de Van Tieghem et Le Monnier, est souvent plus accusé. La figure originale publiée par Schröter⁽¹⁾ sous le nom de *S. cordata*, se rapporte à un *S. asymmetrica* très typique. La dilatation, considérable sur les fructifications jeunes, même avant la formation de la tête, s'atténue avec la croissance du filament.

La tête comprend une base en tronc de cône à peu près aussi long que large et un sommet arrondi, donnant seul insertion aux baguettes sporogènes. La calotte, assez déprimée au moment de l'apparition des bourgeons fertiles, se bombe pendant leur développement et devient sensiblement hémisphérique. Le diamètre de la tête, pris à la jonction du tronc de cône et de l'hémisphère supérieur, égale deux fois et demie à trois fois celui du col dans sa portion la plus étroite.

(1) SCHRÖTER, in ENGLER und PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, fig. 119, 1897.

Van Tieghem et Le Monnier ont remarqué la différence frappante qui existe entre l'article basilaire de l'élément sporogène du *S. asymmetrica* et celui du *S. cordata* ; « l'une de ses moitiés se développe normalement, tandis que l'autre n'est représentée que par un petit point saillant sur le flanc de la première, et c'est sur ce point que s'insère le second chapelet de spores. » Un tel contraste dans l'aspect des éléments adultes s'accroît si l'on en recherche l'origine en suivant l'évolution de l'élément sporogène. Un mamelon hémisphérique (*fig. 31*) fait saillie à la surface de la tête, s'allonge et se transforme en une massue ovoïde de 5 μ . environ de haut sur 3 μ . de large (*fig. 32*). Cette massue correspond au tronc commun du *S. cordata*. Mais, au lieu de produire deux branches terminales également divergentes ou une seule branche oblique, mais apicale comme dans l'espèce précédente, elle émet une boursoufflure latérale, presque à sa base, sur sa face inférieure (*fig. 33*). L'élément présente alors la forme d'une chaise dont le dossier serait figuré par le rameau latéral. Ce dernier s'allonge et se recourbe, tandis qu'un rameau terminal, né après lui, simule le doigt fixe d'une pince de homard (*fig. 34, 35*). L'élément sporogène présente donc un rameau latéral situé en dehors et un rameau terminal situé en dedans, et non deux rameaux terminaux comme le *S. cordata*.

Les rameaux s'allongent en cylindres longs et flexibles, avant de diviser leur contenu et de s'isoler de la portion basilaire commune. Leur direction est perpendiculaire à la surface d'insertion hémisphérique ; les plus inférieurs, horizontaux, laissent à découvert la portion conique de la tête ; Schröter a bien figuré cette disposition rayonnante. Par suite de leur flexibilité, les baguettes sont souvent entraînées par les liquides et redressées en pinceau dans les préparations.

Les spores se forment comme chez le *S. cordata* ; la gaine primitive forme à chacune d'elles, après la déhiscence, un revêtement beaucoup moins distinct que chez sa congénère, présentant pourtant de fins plissements visibles à un fort grossissement (*fig. 11, 12*). Par le détail du développement des spores, le *S. asymmetrica* rappelle plutôt le *S. nodosa* que le *S. cordata*.

4. — *Syncephalis aurantiaca* sp. nov.

Cette élégante espèce a été rencontrée le 18 décembre 1887, au plateau de Malzéville, sur une crotte de renard qu'elle couvrait d'un gazon délicat d'une belle couleur orangée. Bien qu'elle soit associée à un *Mucor* racémeux, à d'autres moisissures et à des Chytridinées, elle ne paraît pas généralement parasite. Le thalle est formé, comme chez la plupart des *Syncephalis*, de tubes cylindriques très fins, à membrane difficile à distinguer, présentant des anastomoses et des dilatations triangulaires ou losangiques. Les cloisons font défaut aux carrefours comme sur le trajet des filaments.

Les tubes fructifères présentent, à la base, une rosette de courts crampons inégaux ; ils ne sont pas séparés de la patte fixatrice par une cloison horizontale ; mais quelques cloisons apparaissent à l'origine ou sur le trajet de chaque crampon (*fig. 13, 14, 15, 16*).

Le tube est simple, sinueux ; il se compose d'un corps fusiforme s'atténuant en col au sommet. La tête a d'abord la forme d'un pommeau de canne. Dès que les baguettes sporogènes commencent à s'ébaucher, la portion inférieure stérile, dépassant un peu la moitié du renflement, se gonfle légèrement, marque mieux sa limite du côté du col par une courbe gracieuse qui lui donne les contours d'une urne ; ce changement de forme tient à ce que la portion stérile a une membrane bien plus mince que la portion fertile (*fig. 17*), tout comme chez le *S. nodosa*.

Toute la coupole, sauf une aire centrale étroite, se couvre de mamelons disposés sur 3 ou 4 rangées. J'en ai compté une quarantaine sur de jeunes fructifications ; mais nous ne croyons pas que tous ces mamelons se développent, bien que les digitations soient nombreuses et serrées au moment où les spores s'individualisent. Les baguettes sporogènes ont au début une direction ascendante et laissent à découvert la base stérile de la tête ; elles forment un faisceau cylindrique, un peu plus long que large (*fig. 13*) ; à la maturité, les spores désagrégées forment une boule presque sphérique, coiffant la tête étroite (*fig. 14, 15, 16*).

Chaque élément sporogène donne deux digitations (*fig. 39*), rarement trois (*fig. 42*). Comme chez le *S. asymmetrica* il existe une branche terminale et un rameau latéral ; mais, contrairement

à ce que nous avons vu dans l'espèce précédente, le rameau ne naît pas au bord externe; nous l'avons vu apparaître habituellement comme une proéminence du bord interne (*fig. 36 et suivantes*). Si l'aspect définitif est assez analogue dans les deux espèces, cela tient à ce que la branche terminale est un peu déjetée en dehors, mais secondairement, vers l'époque de la formation des spores. Quand il existe trois digitations, il y en a souvent une médiane, une supérieure et une inférieure (*fig. 41, 42*); les caractères des deux espèces se trouvent alors réunis; c'est une exception peu commune. Parfois aussi la troisième digitation est le produit d'une ramification précoce de la première branche (*fig. 43*). Ou bien deux rameaux naissent sur le bord interne ou supérieur (*fig. 40*).

La région nodale produit une spore basilaire, dont la forme varie selon qu'elle envoie ou non des prolongements à une distance plus ou moins grande dans une, deux ou trois branches (*fig. 39, 41, 42*); chaque digitation donne sept ou huit spores, sauf dans les éléments externes où le nombre descend souvent à 5. La spore terminale a le sommet arrondi ou atténué en pointe mousse; les autres sont cylindriques ou plutôt un peu renflées en tonnelet.

La membrane propre de la spore ne s'affranchit pas aussi visiblement de la gaine primitive de la baguette que chez les *Syncephalis nodosa*, *cordata* et même *asymmetrica*. Par la formation des spores, le *S. aurantiaca* rappelle plutôt les *Piptcephalis*. Des cloisons partagent la baguette en autant de loges qu'il doit se former de spores. Mais ces cloisons primitives, en se divisant en deux lamelles, compléteront la membrane propre des spores. Chez les *Piptcephalis* au contraire, les cloisons primitives se rattachent à la gaine extérieure et restent distinctes de la membrane propre des spores. Les articles mûrs se désagrègent suivant le type oïdien; la cloison transversale se clive en deux moitiés qui, sous l'influence de la poussée du contenu turgide, se bombent en sens inverse et se détachent par les bords. Cependant ces deux calottes, plus minces que la gaine périphérique, sont moins rigides que celle-ci; il en résulte que l'élément isolé perd la forme de tonnelet qu'il présentait dans la chaînette; le corps devient cylindrique et les extrémités fortement convexes (*fig. 20, 21*). Un léger ressaut marque la jonction des deux membranes comme sur les articles d'*Oidium* récemment désagregés.

La gaine périphérique résiste un instant à la traction résultant de l'antagonisme des deux moitiés bombées des cloisons transversales ; mais dès que la résistance est forcée, la membrane obéit à son élasticité et s'applique à la surface de la spore (*fig. 19*). La membrane primitive de la baguette ne manifeste pas autrement son indépendance ; jamais elle ne forme de plis à la surface.

Parfois toutes les logettes n'évoluent pas en spores ; une spore est comprise entre des loges stériles (*fig 18*). Quoique l'épaississement n'ait pas plus intéressé les cloisons que la gaine primitive, la désarticulation oïdienne ne s'en effectue pas moins.

Souvent aussi (*fig. 17*) c'est l'article basilaire qui reste stérile et continu avec le renflement commun. La disposition normale de la tête caduque des *Piptocephalis* est donc accidentellement réalisée chez le *Syncephalis aurantiaca*. En ce cas, la spore inférieure se désarticule suivant le type habituel, mais en se bombant fortement, tandis que la facette correspondante de l'article basilaire stérile est à peine convexe (*fig. 17*, à gauche).

Le tube fructifère, avec la tête qui le surmonte, non compris les baguettes sporogènes, mesure 196 à 270 μ . de hauteur ; le diamètre, de 24 μ . au niveau du renflement fusiforme, tombe à 10-12 μ . au col ; la tête mesure 30 μ . dans sa plus grande largeur ; les baguettes sporogènes ont environ 60 μ . de long ; les articles isolés 6 à 9 μ . de long sur 3,5 à 4 μ . de diamètre.

La couleur du *S. aurantiaca* est due à un lipochrome accumulé surtout dans la tête ; les baguettes en mûrissant et les spores qui en dérivent prennent un teinte jaune brunâtre au lieu de la belle couleur orangée qu'elles partageaient au début avec leur support.

Cette espèce est facile à distinguer du *S. asymmetrica*, de toutes la plus voisine, par ses dimensions moindres et par les ramifications internes de ses éléments sporogènes ; ce caractère entraîne une différence notable dans le port, les chapelets de spores se portant vers l'intérieur et se réunissant en colonne ascendante, au lieu de rayonner comme chez le *S. asymmetrica*. Le *S. ramosa* présente aussi des analogies, mais ses spores sont deux fois plus larges ; nous n'avons vu d'ailleurs ni les baguettes simples, ni les baguettes ramifiées au-dessus du niveau de la spore basilaire, qui caractérisent cette dernière.

5. — *Syncephalastrum nigricans* P. Vuillemin. (*Journal de Botanique de L. Morot*, 15 décembre 1887, I, p. 336.)

La rareté des descriptions concernant le genre *Syncephalastrum* m'engage à revenir, avec quelques détails, sur une espèce dont j'ai donné une brève diagnose en 1887 dans le *Journal de Botanique* et dans le *Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, publié l'année suivante.

La première espèce du genre *Syncephalastrum* avait été découverte par E. Frank dans des cultures d'*Aspergillus Oryzæ* provenant du Japon, retrouvée à Breslau dans la même compagnie, étudiée et nommée par F. Cohn *Syncephalastrum racemosum* et décrite par J. Schröter dans la *Kryptogamen-Flora von Schlesien*, p. 217, 1886.

Le genre *Syncephalastrum* possède des baguettes sporogènes rayonnant autour d'une vésicule formée par le renflement terminal d'un tube fructifère, comme dans le genre *Syncephalis*; mais il se caractérise à l'égard de ce genre et des autres Céphalidées, par la ramification latérale, non dichotomique, des tubes fructifères, par l'absence de crampons à la base de ce système et par un thalle ramifié bien différent des tubes fins et anastomosés des *Syncephalis*. Ces caractères sont communs au *S. racemosum* F. Cohn et au *S. nigricans* P. Vuillemin.

Le *S. racemosum* forme sur le riz et le pain des touffes blanches; les filaments fructifères, ramifiés en ombelle sont d'un calibre uniforme, de 13-16 μ ; leurs renflements terminaux ont un diamètre de 33-35 μ .

Le *S. nigricans*, développé accidentellement sur des plaques de gélatine nutritive abandonnées à la température du laboratoire, s'en distingue immédiatement à la couleur noirâtre que prennent les renflements céphaliques après la chute des spores, à l'extrême irrégularité des ramifications, à la variété de dimensions des têtes et de calibre des tubes qui les portent. Les spores elles-mêmes n'échappent pas à cette inconstance.

La fructification débute par un tube dressé, vertical (*fig. 44, 45, 46*), dont le calibre oscille entre les dimensions extrêmes de 5 et 33 μ . La base de ce tronc, parfois un peu dilatée, parfois cloisonnée, émet un nombre variable de tubes rampants ou redressés,

les uns stériles, d'autres simples et courts terminés par un renflement sporifère, d'autres enfin ramifiés comme le tube principal. On dirait un buisson de rejets, de vigueur variable, naissant de la souche d'un arbre puissant (*fig. 44*).

Tout le long du tronc principal ou des rameaux précoces, naissent des branches latérales, tantôt isolées, tantôt rapprochées par paires. Les branches, à leur tour, sont simples ou rameuses. Ces systèmes d'ordres divers se renflent en une ampoule terminale chargée de baguettes sporogènes du type des *Syncephalis*. Parfois on voit une cloison au-dessus de la naissance d'un rameau (*fig. 47*); mais le cloisonnement est plutôt rare et ne répond à aucune règle fixe. Plus fréquemment le rameau, quel que soit d'ailleurs l'ordre de son insertion, se dilate dès son origine, en sorte que sa base arrondie présente un rétrécissement brusque à son point d'attache. Van Tieghem et Le Monnier ont décrit une disposition analogue chez le *Mortierella candelabrum*. Sauf l'étranglement basilaire, chaque rameau est d'un calibre assez uniforme et, s'il est terminal, la tête s'y rattache, sauf de rares exceptions, par un brusque renflement. Le calibre des rameaux de dernier ordre ou tubes céphalophores varie de 2 à 20 μ .

Les rameaux de l'appareil fructifère sont généralement droits ou légèrement flexueux. Quelques-uns d'entre ceux de dernier ordre et de faible calibre sont fortement courbés en arc ou en crosse, comme dans le genre *Helicostylum*. Tantôt la courbure intéresse le rameau dans toute son étendue; la convexité d'ailleurs est indifféremment supérieure (*fig. 51, 53*) ou inférieure (*fig. 48, 52*); tantôt elle est limitée au voisinage de la tête (*fig. 52*).

Le diamètre de la tête varie de 4 à 50 μ . Sa forme, le plus souvent sphérique, peut devenir ovoïde (*fig. 50*). On voit aussi des têtes excentriques, dont un côté est encore nu quand l'autre porte déjà des rudiments de baguettes sporogènes (*fig. 53*).

Le renflement céphalique est d'habitude en continuité avec le tube qui lui sert de support. Parfois une cloison existe à sa base même ou à une faible distance; elle peut même se bomber en verre de montre dans son intérieur, comme une columelle rudimentaire (*fig. 49*). Nous avons rencontré aussi une cloison à la base de la tête chez le *Syncephalis nodosa* (1).

(1) *Études biologiques*, 1886.

Les baguettes sporogènes naissent sur toute la surface de la tête et rayonnent en tous sens comme les chapelets conidiens du *Sterigmatozystis nigra*. Elles sont toujours droites et simples (*fig. 47*). Pour le reste, elles varient dans des proportions que l'on n'est pas habitué à rencontrer chez les Céphalidées (*fig. 55*). Leur calibre moyen est de $2^{\mu},75$, mais on trouve les mensurations extrêmes de $2^{\mu},5$ et de $5^{\mu},4$. Les baguettes cylindriques des têtes grosses et moyennes oscillent entre 15 et 30μ de longueur; mais sur les petites têtes qui surmontent les rameaux les plus grêles, la longueur tombe jusqu'à 3μ . En même temps, la forme se modifie et les baguettes cylindriques font place à de petits corps claviformes ou subsphériques.

Le développement des baguettes d'une même tête est en général simultané; il est pourtant successif sur un certain nombre de têtes, surtout quand leur support est fortement incliné ou circiné. Mais il est des cas où l'inégalité persiste à la maturité (*fig. 51, 54*).

Le nombre des articles est de 6-5 dans les longues baguettes cylindriques; mais il descend souvent à 4, 3, 2 et même à l'unité. En général, les baguettes courtes sont moins serrées que les baguettes longues; elles sont aussi plus larges et se dilatent sensiblement de la base au sommet. La longueur totale se réduit moins que le nombre des articles; il nous est même arrivé de rencontrer à titre d'exception, une baguette à deux articles, aussi longue qu'un cylindre à cinq articles (*fig. 55*).

La formation des spores est précédée d'un cloisonnement de la baguette encore cylindrique ou régulièrement dilatée de bas en haut; puis il se produit un étranglement au niveau de chaque cloison à mesure que la spore se différencie. Les logettes se désarticulent à la maturité. Il n'y a aucune trace de destruction de la membrane primitive de la baguette autour des spores individualisées.

Les spores désarticulées, avec l'enveloppe externe que leur fournit la membrane primitive de la baguette, ont une largeur correspondant à celle de la baguette elle-même, soit $2^{\mu},5$ à $5^{\mu},4$ avec une moyenne de $2^{\mu},75$ à 3μ . On en rencontre de plus grosses encore allant jusqu'à $6^{\mu},4$, ce qui me paraît tenir à un phénomène d'accroissance, car ces grosses spores ne présentent pas la déformation qui accompagne le gonflement précurseur de la germination. La longueur est à peu près égale à la largeur, sauf dans les

cas exceptionnels où le cloisonnement a été incomplet. Nous avons vu, par exemple, une baguette de $20\ \mu$ possédant une seule cloison; l'article inférieur dépassait $11\ \mu$ de long sur $3\ \mu$ à peine de large.

Les baguettes et les spores qui en dérivent sont jaunâtres au début; elles prennent en mûrissant une couleur de cannelle.

Dans des cas exceptionnels, les couches d'épaississement propres à chaque spore se décollent de la membrane primitive de la baguette, par suite d'une rétraction du protoplasme correspondant à chacune d'elles (*fig. 56*); la couche externe, trop ample, peut même offrir quelques plissements. Ce phénomène a la même origine que la production de rides simulant des crêtes sur l'exospore des *Rhizopus* ou sur les articles de *Syncephalis cordata* décrits par Van Tieghem et Le Monnier. L'exception est intéressante, en ce sens qu'elle montre chez une même espèce, dans une même fructification, la membrane primitive de la baguette tantôt confondue avec la membrane propre des spores, tantôt gardant un certain degré d'individualité.

Le *Syncephalastrum nigricans* répond au *S. racemosum* F. Cohn par ses caractères génériques; mais, s'il lui ressemble par la forme des ramifications, des têtes, des baguettes simples et des spores, il s'en distingue spécifiquement par des baguettes inégales, plus minces dans la forme moyenne, par le calibre très variable des têtes et de leurs supports; les portions fertiles sont jaunes et les têtes dénudées noircissent, tandis que le *S. racemosum* reste entièrement blanc. Enfin notre espèce paraît être indigène en Europe, tandis que celle de Cohn était originaire du Japon.

6. — *Piptocephalis Freseniana* de Bary et Woronine.

Il faut, croyons-nous, comprendre sous ce nom la forme nommée *P. arrhiza* par Van Tieghem et Le Monnier. Il est à noter qu'aucun auteur n'a comparé directement des échantillons authentiques de *P. Freseniana* et de *P. arrhiza*. Fresenius, de Bary et Woronine, Brefeld, connaissaient la première espèce seule; Baignier, Schröter, Oudemans, ne mentionnent pas la seconde; Van Tieghem et Le Monnier, Mangin, qui ont étudié le *P. arrhiza*, n'ont pas rencontré le *P. Freseniana*. Les caractères donnés comme distinctifs sont inconstants ou discutables. Van Tieghem et Le

Monnier insistent surtout sur le diamètre des spores, qui est de 4-5 μ dans leur espèce, tandis que, chez le *P. Freseniana*, il est, d'après de Bary et Woronine, compris entre 2 μ ,6 et 3 μ ,3 et, d'après Brefeld, entre 1 μ ,8 et 2 μ ,3. Bainier porte ce dernier nombre à 4 μ ,2, c'est-à-dire aux dimensions du *P. arrhiza*. Inversement Mangin figure des *P. arrhiza* dont les spores, mesurées à l'échelle, ont un calibre inférieur à 4 μ . Bainier n'invoque plus la différence de dimension, mais la différence de nuance, et l'aspect bilobé des dernières branches de l'espèce qu'il n'a pas étudiée.

En ce qui concerne la coloration, Van Tieghem et Le Monnier croyaient, au contraire, y trouver une ressemblance entre les *P. Freseniana* et *P. arrhiza*. Ce dernier est rose brun pour les auteurs de l'espèce et non jaune comme le *P. repens* qu'ils venaient de décrire. Bainier n'a pas saisi de tons roses, il nous dit simplement qu'à la maturité les filaments se colorent en brun. Brefeld avait dit qu'ils passent du jaune au brun et que la membrane prend une couleur brun sombre. D'après les exemplaires de Breslau, Schröter assigne une couleur brunâtre au *P. Freseniana*; il signale en même temps les stries longitudinales incolores dont les auteurs antérieurs n'avaient pas parlé dans cette espèce, tandis que Van Tieghem et Le Monnier les décrivaient avec soin chez le *P. arrhiza*, en ajoutant que les bandes non colorées étaient larges et granuleuses, les bandes colorées lisses et réduites à un fin liseré.

La question de nuance est délicate à discuter et nous ne croyons pas devoir y attacher plus d'importance que les auteurs de la seconde espèce. La localisation de la couleur sur des bandes distinctes serait un caractère plus important s'il avait été recherché positivement dans tous les cas; mais depuis que l'attention est appelée sur ce point, les bandes colorées sont signalées chez le *P. Freseniana* (Schröter), comme chez le *P. arrhiza*. Les progrès de l'analyse de la membrane ont permis à Mangin de démontrer, chez le *P. arrhiza*, la dissociation de deux éléments ornementaux que Van Tieghem et Le Monnier croyait confondus: les bandes colorées sont des épaisissements lisses de la membrane, tandis que les granulations font saillie à sa partie externe. Est-il surprenant que les lignes pâles, apparaissant à un grossissement moyen comme une fine striation, aient échappé aux premiers observateurs, puisqu'il a fallu encore de longues années avant de

préciser la localisation différente des bandes épaissies et des granulations ?

L'aspect de doigt de gant bilobé qui résulte de la brièveté des dernières branches de bifurcation et de leur rapprochement à angle aigu se retrouve dans les figures de Brefeld et dans la diagnose du *P. Freseniana* dans la Flore de Schröter, tout comme dans les dessins consacrés au *P. arrhiza* par Van Tieghem et Le Monnier et par Mangin.

Sauf les détails secondaires, que nous venons de rappeler sans y trouver les éléments d'une différenciation claire et indiscutable entre deux espèces, ni même entre deux variétés tranchées, les diverses descriptions consacrées au *P. Freseniana* et au *P. arrhiza* concordent. Il s'agit toujours de fructifications lâches, se flétrissant aisément, directement issues du thalle délicat sans stolons ni crampons, à rameaux régulièrement décroissants, terminés par des têtes coniques couvertes de baguettes groupées en petits bouquets. La forme des spores est brièvement cylindrique. Le champignon est dans tous les cas parasite des Mucorinées qui poussent sur les crottins de cheval ou d'autres herbivores.

Il nous paraît donc juste de supprimer le *P. arrhiza* du nombre des espèces et de rapporter au *P. Freseniana* les diverses observations publiées sous ce nom superflu.

J'ai rencontré plusieurs fois cette espèce sur le crottin de cheval que je disposais dans des cristallisoirs, dans mon laboratoire de Nancy, pour obtenir des cultures de Mucorinées. J'en ai conservé des préparations datant du 15 mai 1882, du 5 mai 1887 et d'avril 1892. J'ai toujours retrouvé les mêmes caractères qui me semblaient justifier aussi bien la diagnose de *P. arrhiza* V. T. et L. M., que la diagnose de *P. Freseniana* de B. et W. Je mentionnerai seulement ceux qui ont pu donner lieu à des appréciations contradictoires. La couleur rappelle assez bien le chocolat ; elle se compose de tons roses et de tons jaunes, mélangés en proportion variable, le brunissement final des filaments âgés, ainsi que l'altération produite par les réactifs conservateurs, accentue les tons jaunes.

La coloration a paru uniforme aux premiers observateurs ; Van Tieghem et Le Monnier l'ont crue limitée à des bandes d'épaississement longitudinales. Effectivement, les minces liserés qui séparent ces bandes sont plus pâles, sinon blancs ; mais la coloration

chocolat n'est pas nécessairement liée aux bandes longitudinales, car elle persiste sur les plus fins ramuscules dont la membrane est homogène.

Outre la différenciation en surface, la membrane offre une différenciation en épaisseur. L. Mangin figure de véritables fibrilles incrustées dans la substance fondamentale et soulevant celle-ci vers l'intérieur; il leur assigne la nature chimique de la cellulose. En dehors de cette couche striée, nous trouvons une mince cuticule à laquelle appartiennent les granulations dont la situation superficielle a été établie par Mangin. Cette cuticule est très mince et son indépendance passerait inaperçue sans une circonstance qui nous a permis de la constater sûrement. Au moment de la chute de la tête, la cuticule ne s'étend pas sur la surface dénudée du pédicelle en doigt de gant, la cloison bombée qui couvre ce sommet se continue avec la membrane brune du tube sous la cuticule dont on aperçoit nettement le bord supérieur (*fig. 6*). Cette cuticule n'a pas la même coloration que la couche principale de la membrane et ses fibrilles. La couleur, plus franchement jaune, est surtout visible au niveau des petits tubercules.

La longueur des branches ultimes varie dans une large mesure (*fig. 75*). Sur une même fructification, on en trouve de 30 μ . de long et d'autres qui se réduisent à un mamelon hémisphérique de 3 μ . à peine; on remarque tous les intermédiaires entre ces extrêmes. L'angle qui sépare les deux branches de la dernière paire est souvent très aigu; mais il peut atteindre jusqu'à 40°. Cet angle n'est pas toujours facile à mesurer, car souvent deux branches se recouvrent ou se présentent dans une position plus ou moins oblique par rapport à l'axe du microscope.

La tête caduque a bien la forme de tronc de cône évasé et lobé à la base supérieure dessinée par Brefeld chez le *P. Freseniana*, par Le Monnier et Van Tieghem chez le *P. arrhiza*, mieux précisée par Mangin.

Le nombre des articles formés dans chaque baguette est de 3-5 d'après Brefeld; Mangin en figure 5; nous en avons souvent observé 4. Le diamètre, égalant environ les deux tiers de la longueur, était en moyenne de 3^a,25 dans nos échantillons. La forme des articles moyens est cylindrique avec des calottes terminales se formant par désarticulation tout comme chez les *Oidium*; l'article inférieur est primitivement arrondi à la base; l'article

terminal s'atténue légèrement de la base au sommet et se termine par une courbe à court rayon.

La formation des spores est précédée d'un cloisonnement des baguettes. Les cloisons continues avec la membrane primitive se forment à la fois sur le trajet des baguettes et à leur base, tandis que la cavité de la tête reste en continuité avec celle du pédicelle. Plus tard la membrane s'épaissit et se différencie en une couche profonde continue et une couche superficielle qui paraît correspondre à la membrane primitive du sac et aux cloisons initiales. La portion correspondant aux cloisons s'épaissit, brunit fortement et se clive en deux lamelles. Ces lamelles se décollent en se bombant sous la poussée du contenu à tension croissante. Les articles désagrégés présentent ainsi une gaine extérieure plus épaisse et plus colorée au niveau des calottes terminales et une membrane interne, plus épaisse et plus pâle, semblable sur le pourtour et sur les extrémités. Mangin a réussi à séparer les deux couches et les différencier par des réactifs colorants.

La membrane de la tête s'épaissit aussi ; mais la distinction des deux couches n'est bien apparente qu'au niveau des facettes d'insertion des digitations où la lamelle superficielle brunit fortement comme sur les calottes terminales des articles. Au niveau de l'insertion de la tête sur le pédicelle, l'épaississement forme une cloison séparatrice continue avec la couche profonde de la membrane du pédicelle et de la tête. La cuticule granuleuse du pédicelle s'amincit à la base de la tête, mais garde encore une épaisseur sensible autour de la cloison séparatrice. Celle-ci se divise en deux lamelles qui se bombent en sens inverses et provoquent la rupture circulaire de la cuticule. Après la déhiscence, la couche profonde est à nu sur les deux facettes qui viennent de se séparer. Du côté du pédicelle elle forme une coupole dépassant la gaine cuticulaire ; du côté de la tête elle est bombée en verre de montre et encadrée par un cercle cuticulaire apparent (*fig. 76*).

Nous avons rencontré sur certaines fructifications, à côté d'éléments normaux, des têtes de taille réduite, les plus petites ne portaient qu'une dizaine de digitations très courtes. Telle digitation ne formait qu'une spore, telle autre en formait une de taille normale surmontée d'une seconde plus petite ; enfin la loge supérieure, dans certains cas, ne différenciait pas son contenu en spore ; elle formait, au-dessus de la loge fertile, une chambrette à

paroi mince, à contenu peu dense ou même presque comblée par le gonflement de la spore sous-jacente qui refoulait le plancher vers la voûte (*fig. 77*).

7. — *Piptocephalis Le Monnieriana* sp. nov.

En dédiant une nouvelle espèce de *Piptocephalis* au professeur Le Monnier, j'ai voulu rendre hommage au savant qui, par sa féconde collaboration avec Van Tieghem, a puissamment contribué à élucider l'histoire des Céphalidées ; j'ai voulu en même temps exprimer ma reconnaissance au maître et à l'ami qui m'a le premier initié à l'étude si attrayante des Mucorinées.

Le *Piptocephalis Le Monnieriana* s'est développé en parasite sur des touffes de *Mucor fragilis* Bainier, que j'avais récoltées le 17 avril 1900 aux environs d'Épinal sur une souche de bouleau. La plante hospitalière ne tarda pas à se flétrir sous l'action du parasite après avoir donné un certain nombre de zygospores ; je ne pus réussir à cultiver ni l'une ni l'autre à l'état de pureté.

Les tubes fructifères ne sont pas fixés au support par des crampons ; ils procèdent d'un filament rampant qui se redresse pour donner une ou deux tiges de premier ordre. L'axe primaire se termine par un élégant corymbe ombelliforme, avec lequel il forme une fructification d'un demi-millimètre de hauteur ; l'axe est environ deux ou trois fois plus long que le corymbe. La couleur de cette fructification, d'abord blanche, passe, à la maturité, au chocolat clair.

Le corymbe se compose de ramifications dichotomiques généralement rapprochées deux à deux dans des plans rectangulaires, de façon à donner alternativement des entre-nœuds courts et des entre-nœuds longs (*fig. 55*). Les deux paires nées de nœuds voisins simulent une tétratomie, en sorte qu'à l'œil nu ou à la loupe, on croit voir quatre touffes disposées en croix sur l'axe principal. Le nombre de ces touffes descend parfois à trois, surtout quand deux axes se détachent simultanément du filament rampant, en raison d'une dichotomie anticipée. La double dichotomie ou pseudo-tétratomie se répète deux ou trois fois. Cependant aux derniers degrés de la ramification, la différence entre les longueurs relatives des segments courts et des segments longs perd beaucoup de sa netteté. Les rameaux terminaux, qui portent les

têtes ou vésicules sporogènes, sont assez allongés; exceptionnellement ils subissent une dernière bifurcation tout près du sommet et semblent alors dicéphales.

Le calibre des rameaux de divers ordres décroît de la base au sommet; les axes principaux mesurent $9\ \mu$ de diamètre; les filaments terminaux ne dépassent guère $1^{\mu},5$ à $1^{\mu},75$ au niveau de l'insertion de la tête, tandis qu'ils ont le double à leur origine, ils ont donc la forme d'un tronc de cône allongé; les précédents sont sensiblement cylindriques et décroissent régulièrement de la base au sommet.

La paroi des grosses branches et du tronc est renforcée par des rubans longitudinaux (*fig. 74*) que Mangin considère, chez les espèces voisines, comme formés de cellulose; la membrane est homogène dans les plus fins ramuscules. Parfois les cannelures se continuent jusqu'à la dernière bifurcation. La cuticule est lisse et non granuleuse comme chez le *P. Freseniana*.

Les tubes fructifères ont une cavité continue; des cloisons se montrent à des intervalles variables sur le trajet des filaments rampants; elles ont un épaissement unilatéral, parfois irrégulier, parfois allongé en tube et perforé d'un pertuis central.

La tête caduque (*fig. 58, 70, 72*) est sphéroïdale, un peu moins haute que large, tant que son contenu est fortement turgescent; le diamètre transversal est alors de $6^{\mu},5$, un peu moindre sur les exemplaires chétifs ou mal venus. Elle est couverte d'une vingtaine de tubercules, quelquefois plus, quelquefois moins, dispersés sans ordre défini sur toute la surface, formant toutefois des groupes plus serrés autour du plan équatorial. A la maturité, la tête s'aplatit davantage; la moitié inférieure devient presque conique, tandis que la supérieure reste convexe (*fig. 71*). La rétraction est plus forte entre les tubercules: en sorte que ceux-ci font une saillie plus accusée.

Chaque tubercule se boursoufle à son sommet en une vésicule d'abord hémisphérique (*fig. 58*), puis arrondie (*fig. 59*), bientôt allongée en massue (*fig. 60*) et enfin en cylindre arrondi aux deux bouts, atteignant 7 à $8\ \mu$ de longueur sur $1^{\mu},75$ à $2\ \mu$ de diamètre (*fig. 61*).

J'ai observé quelques sacs bifurqués en deux branches divergentes (*fig. 73*). Cette disposition ne paraît pas résulter de la condescence de deux diverticules à insertion trop rapprochée; on

remarquera son analogie avec celle des baguettes ramifiées si fréquentes dans le genre voisin *Syncephalis*.

Jusqu'ici, l'appareil fructifère est resté continu ; aucune cloison ne sépare les baguettes cylindriques de la tête qui les porte, ni la tête des rameaux dichotomes de divers ordres qui la rattachent au filament rampant d'une part, aux autres têtes d'autre part. Les sacs cylindriques sont de simples diverticules de la tête, comme celle-ci est une expansion de la membrane des tubes dichotomes.

Deux spores se forment dans chaque baguette rayonnante. Une cloison transversale divise le cylindre en deux moitiés égales ; elle est représentée, à l'origine, par une traînée granuleuse prenant les colorants du protoplasme (*fig. 60*), puis par un disque hyalin d'environ un tiers de μ . d'épaisseur. Celui-ci se montre d'abord à la périphérie (*fig. 64*) au contact de la paroi de la baguette, sous forme d'un anneau qui progresse jusqu'au centre. Des épaississements de même réfringence forment une calotte au sommet de la baguette et un bouchon à la base.

Le protoplasme de chaque loge ainsi close va former une spore en se revêtant d'une nouvelle couche membraneuse et en se gonflant pour prendre une forme d'œuf à gros bout supérieur. Les deux segments se développent généralement du même pas et, à la maturité, chaque article mesure $4^{\frac{2}{3}}, 75$ de long sur $2^{\frac{2}{3}}, 2$ au niveau le plus large (*fig. 62*).

Assez souvent la spore supérieure prend un développement incomplet ou même avorte complètement ; la loge supérieure se vide, se rétracte : si bien que l'on a l'impression d'une jeune fructification d'*Aspergillus*, dans laquelle le conidiophore serait représenté par l'article fertile rempli et riche en plasma, la conidie par l'article terminal étroit et à contenu plus raréfié (*fig. 63*).

La membrane primitive de la baguette dont les spores se sont affranchies en se revêtant d'une couche protectrice nouvelle, est devenue un revêtement inerte, un kyste biloculaire dont les deux loges sont séparées par la cloison hyaline. Ce sac, se moulant sur les spores, se dilate au niveau de chaque loge, mais se rétrécit en revanche au niveau de la cloison séparatrice (*fig. 62*) ; celle-ci s'allonge en même temps qu'elle s'étrangle et que son diamètre tombe à 1μ environ au niveau du col. La baguette s'est donc transformée en un corps bicellulaire ayant la forme d'un sablier (*fig. 65*). Le pédicelle de la baguette s'allonge aussi un peu, tan-

dis que la base de la baguette, primitivement arrondie, s'étire en se moulant sur le petit bout de la spore ovoïde inférieure.

La déhiscence des baguettes s'accompagne, à brève échéance, de la désagrégation de leurs articles (*fig. 67*). Dans chaque article, la membrane primitive reste appliquée à la spore ; le bouchon hyalin, séparant les deux loges, se divise par le milieu par décollement et non par l'effet d'un nouvel étranglement, en sorte que le sommet du sac inférieur, la base du sac supérieur présentent chacun une facette étroite, mais plane. Le pédicelle qui reste adhérent à la base du sac inférieur offre le même aspect hyalin et se termine de même par une étroite facette d'insertion ; la calotte qui couronnait primitivement la baguette est toujours arrondie. Grâce à elle, les deux articles restent distincts après leur séparation. Quoique égaux et ovoïdes dans leur portion essentielle, c'est-à-dire dans leur protoplasme avec l'assise membraneuse qui le revêt immédiatement, ils se différencient par le revêtement extérieur qui présente deux facettes d'insertion sur l'article inférieur, une seule sur l'article supérieur.

Les articles détachés restent maintenus dans une boule liquide, tant qu'une action mécanique ne les a pas dispersés. Le même phénomène est bien connu chez les autres *Piptocephalis*. Ce liquide n'est pas de l'eau pure, mais une substance visqueuse qui agglutine les articles. Dans les préparations traitées par le bleu de toluidine, il prend une belle couleur verdâtre (*fig. 68*, où la substance agglutinante est dessinée en noir). Van Tieghem et Le Monnier ont cru pouvoir attribuer son origine à une liquéfaction de la membrane primitive de la baguette. Mangin a démontré que, chez le *P. Freseniana* (= *P. arrhiza*), la membrane reste intacte ; il en est de même chez le *P. Le Monnieriana*, où l'on retrouve toute la membrane sur les articles agglutinés ou isolés. Le liquide qui agglutine les articles est un produit excrété par le champignon.

La déhiscence de la tête s'opère chez le *P. Le Monnieriana*, suivant le mode décrit chez le *P. Freseniana*. La cuticule n'est pas distincte de la couche profonde de la membrane sur le trajet du pédicelle, parce qu'elle ne présente pas de verrues saillantes et que la membrane est beaucoup plus mince que dans l'espèce précédente. Mais au sommet, elle s'épaissit notablement et se colore vivement en rose par le bleu de toluidine ; la différencia-

tion des deux couches devient ainsi très apparente. La cuticule ne prend pas part à la constitution de la membrane séparatrice. Celle-ci est donc continue avec la couche profonde, comme chez le *P. Freseniana*; elle se clive de même, bombe ses deux lamelles en sens inverse. Après la déhiscence, on voit une coupole arrondie dépassant la cuticule fendue circulairement au sommet du pédicelle (*fig. 69, a*). La facette d'insertion de la tête est également encadrée d'une sertissure cuticulaire colorée en rose par le bleu de toluidine (*fig. 69, b*).

De toutes les espèces de *Piptocephalis* décrites par Van Tieghem, la plus voisine de la nôtre est le *P. fusispora* ⁽¹⁾. Dans cette dernière, les tubes fertiles présentent de même des branches rampantes et des branches ascendantes, des branches dichotomiques alternativement longues et courtes, un calibre sensiblement égal ou un peu supérieur (15 μ . à la base, 1 à 2 μ . au sommet), des bandes d'épaississement produisant une cannelure jaune brun, des cloisons tubuleuses apparaissant parfois à la base des tubes aériens. La tête est de même taille, mais décrite comme exactement sphérique; les spores, un peu plus petites (3-4 sur 2 μ), sont plus nombreuses; on en voit cinq sur la figure 142. Cependant les branches de la dernière bifurcation, celles qui servent de pédicelles aux têtes, sont moins allongées que chez le *P. Le Monnieriana*. Sur deux points, la description de Van Tieghem diffère de la nôtre d'une façon plus essentielle: 1° au point où les tubes fructifères se redressent, ils sont fixés au support par un faisceau de crampons chez le *P. fusispora*; 2° les spores sont pointues aux deux bouts, fusiformes en un mot et non ovoïdes; une matière interstitielle hyaline occupe les intervalles assez grands laissés entre elles et la membrane primitive de la baguette.

L'importance des crampons a été, croyons-nous, exagérée dans la classification des Mucorinées. Si toutes les espèces ne sont pas capables d'en former, du moins les espèces qui en donnent dans certaines conditions cessent d'en donner dans d'autres. C'est une tendance dont la réalisation est étroitement liée aux circonstances extérieures: l'étude des *Rhizopus* est bien instructive à cet égard. Chez les *Piptocephalis* eux-mêmes, la production des crampons

(1) VAN TIEGHEM, « Nouvelles recherches sur les Mucorinées ». (*Annales des sciences naturelles, Botanique*, 6^e série, t. 1, 1875.)

est inconstante dans une seule espèce, telle que le *P. corymbifera* (1). Il nous semblerait donc prématuré de séparer le *P. Le Monnieriana* du *P. fusispora*, s'il ne s'en distinguait que par l'absence de crampons.

La différence des spores est plus essentielle, puisque l'extrémité supérieure, largement arrondie dans notre espèce, est pointue dans l'espèce de Van Tieghem et que la membrane primitive de la baguette, étroitement moulée sur les spores dans l'une, en est largement séparée dans l'autre.

Le *Piptocephalis Tieghemiana* Matruchot (2) ressemble au *P. Le Monnieriana* par l'absence de rhizoïdes et par les dimensions des spores qui sont aussi, le plus souvent, au nombre de deux dans chaque baguette, parfois réduites à l'unité ; les têtes sont seulement un peu plus petites. Mais les filaments fructifères ont une membrane homogène, en sorte que cette espèce s'éloigne plus que la nôtre du *P. fusispora* à membrane cannelée. Les spores sont coniques et quand, par aventure, il s'en forme une troisième, celle du milieu est cylindrique. L'étranglement si caractéristique de notre espèce manque donc à celle de Matruchot.

Mangin (3) a signalé sommairement un *P. monospora* qui, peut-être, de l'avis de l'auteur lui-même, n'est qu'une forme monosperme du *P. Tieghemiana*, implicitement contenue dans la diagnose de Matruchot qui signale des baguettes à une seule spore, quoique à titre d'exception. Comme ce dernier, le *Piptocephalis* de Mangin s'oppose au *P. fusispora* et au *P. Le Monnieriana* par ses rameaux dichotomes lisses, grêles et très allongés.

Nous avons donc affaire à une espèce nouvelle intermédiaire entre une espèce à rhizoïdes constants et à membranes cannelées et deux autres sans rhizoïdes ni cannelures ; elle occupe le second rang dans une série de *Piptocephalis* à tête subsphérique, caractérisée par une dégradation successive dans le nombre des spores, dans la structure des tubes dichotomes et dans la fixation de l'appareil sporifère.

Le rameau taxinomique auquel se rattache la nouvelle espèce

(1) VUILLEMIN, « *Piptocephalis corymbifera* ». (*Bulletin de la Société mycologique de France*, t. III, 1887, p. 111.)

(2) MATRUCHOT, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 11 décembre 1899, p. 1035.

(3) L. MANGIN, « Observations sur la membrane des Mucorinées ». (*Journal de Botanique*, t. XIII, 1899.)

comprend donc quatre espèces enchaînées dans l'ordre suivant : 1, *Piptocephalis fusispora* Van Tieghem ; 2, *P. Le Monnieriana* sp. nov. ; 3, *P. Tieghemiana* Matruchot, et 4 (sous réserves), *P. monospora* Mangin.

DEUXIÈME PARTIE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES CÉPHALIDÉES

Dans les trois genres *Piptocephalis*, *Syncephalis* et *Syncephalastrum*, les spores mûres sont disposées en chapelets et ces chapelets sont réunis en grand nombre sur des renflements terminant des supports dressés en l'air et fixés au sol ou à la plante hôte. Les chapelets de spores dérivent de baguettes simples ou rameuses qui se désarticulent et tombent à la maturité ; les renflements répondant à l'acception vulgaire du mot *tête* et dont le nom de Céphalidées rappelle la présence, sont caducs dans le premier genre, inséparables du support fixe dans les deux autres. Des articles provenant de la désagrégation des baguettes sont parfois stériles comme la tête caduque des *Piptocephalis*.

Telles sont les premières données de l'examen superficiel ; ce sont des faits positifs dont aucun ne peut être négligé dans un essai d'interprétation théorique de la fructification des Céphalidées, bien qu'ils ne suffisent pas pour en démontrer clairement les homologues. Nous trouvons dans les trois genres une fructification formée de portions fertiles et de portions stériles, de portions fixes et de portions caduques, sans qu'il y ait une correspondance exacte entre les portions fertiles et les portions caduques, ni un parallélisme constant entre les portions fertiles des diverses espèces ou entre leurs portions stériles.

On a beaucoup discuté pour savoir si les Céphalidées ont des conidies ou des sporanges, sans trop préciser si l'organe en litige était constitué par les articles isolés, par les baguettes simples, ou par les éléments rameux comprenant, soit l'article basilaire stérile ou fertile des *Syncephalis*, soit la tête caduque et stérile des *Piptocephalis*. Un même auteur a adopté successivement plusieurs de ces combinaisons. De même, le mot *tête* n'a pas été tou-

jours appliqué à la même portion d'une fructification donnée, ni, à plus forte raison, à des éléments homologues de deux genres différents. La première source de confusion et de malentendu dans l'étude des Céphalidées a donc été l'imprécision et l'incorrection du langage.

Les articles produits par désagrégation des baguettes des *Piptocephalis* ont été considérés par les anciens auteurs comme des conidies, parce qu'ils se séparent comme les grains de chapelet des *Aspergillus*, sans qu'on puisse facilement reconnaître autour d'eux une enveloppe distincte de la membrane épaissie qui revêt directement le protoplasme. Cette opinion a été abandonnée, non pas parce que la membrane primitive de la baguette persiste à l'état de gaine indépendante autour des articles de plusieurs *Syncephalis*, car le même phénomène est connu dans des conidies indiscutées, mais parce que les spores d'un chapelet naissent simultanément. Or, les conidies sont caractérisées, non pas uniquement par leur position et par leur apparence définitive, mais aussi et surtout par leur organogénie. Les conidies, par définition, se forment soit isolément, soit successivement en direction basipète. Les spores disposées en chapelet ne sont pas des conidies quand elles proviennent d'un bourgeonnement successif et basifuge ou quand elles sont nées simultanément par cloisonnement d'une cellule allongée et désagrégation ultérieure des articles issus de ce cloisonnement. Les chapelets de spores des Céphalidées, naissant par ce dernier procédé, ne peuvent être comparés à un chapelet de spores d'*Aspergillus*; elles ne sont pas un chapelet de conidies.

Brefeld l'a bien compris. Suivant le savant mycologue allemand, qui a précisé son opinion dans une récente publication⁽¹⁾, c'est la baguette entière qui représente une conidie naissant isolément; c'est une conidie composée, prenant secondairement des cloisons qui préparent sa désarticulation suivant le type des *Oidium*. Chaque article fonctionnant comme spore serait un fragment d'une conidie pluricellulaire. La question est ainsi posée en termes clairs et scientifiques et c'est sous cette forme que nous aurons à la discuter.

Van Tieghem et Le Monnier ont soutenu que la baguette des

(1) O. BREFFELD, « Ueber die geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fruchtformen bei den copulirenden Pilzen ». (*Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur*. Breslau, 1901.)

Piptocephalis et des *Syncephalis* est un sporange. Ils pensent que les spores naissent dans son intérieur par formation endogène ; c'est un phénomène de genèse plutôt que de division cellulaire, la matière interstitielle qui subsiste entre les spores et la membrane primitive représentant un reste de la cellule-mère survivant à la naissance des cellules-filles. La théorie du sporange repose donc sur l'existence et sur la vitalité de la substance interstitielle. Or, cette substance n'existe pas toujours. Brefeld a observé le cloisonnement de la baguette du *Piptocephalis Freseniana* en compartiments qui ne laissent rien en dehors d'eux au début ; s'il apparaît plus tard un espace entre les lamelles résultant du clivage des cloisons, cet espace ne peut être rempli que par une substance excrétée par les cellules individualisées comme spores. Mangin a confirmé le fait signalé par Brefeld ; l'interprétation seule diffère. Nous sommes arrivé au même résultat en suivant le développement de la même espèce, celui du *P. Le Monnieriana*, du *Syncephalis aurantiaca* et du *Syncephalastrum nigricans*. Chez les *Syncephalis* où des intervalles sont ménagés dès le début, comme le *S. cordata*, ils résultent d'une rétraction de toute la masse protoplasmique et aucun fait positif n'autorise à considérer la substance interstitielle comme de nature vivante. Il ne saurait donc être question de genèse cellulaire, de formation endogène de cellules-filles dans une cellule-mère ; les cellules-filles sont ici les produits de la division totale de la substance vivante de la baguette. Le mot *sporange* doit être réservé pour les organes qui forment des spores à l'intérieur d'une enveloppe vivante, pour les organes dans lesquels le revêtement est lui-même formé d'éléments cellulaires, par exemple les sporanges des Fougères. Le terme de sporange est inapplicable aux Mucorinées, de même que l'expression de spores endogènes qui est biologiquement inexacte. Un sac protecteur, produit par l'activité même des cellules protégées, mérite le nom de sporocyste, ainsi que je l'ai montré dans une note récente ⁽¹⁾. Nous aurons donc à examiner si les éléments sporogènes des Céphalidées sont des conidies composées ou des sporocystes.

Auparavant il nous faut envisager dans son ensemble la fructification dont les baguettes fertiles sont des parties intégrantes et nous commencerons par discuter la valeur de l'organe appelé tête.

(1) P. VUILLEMIN, « Sporanges et sporocystes ». (Bulletin de la Société botanique de France, t. XLIX, janvier 1902.)

La tête des Céphalidées.

On pourrait s'imaginer que le nom de tête désigne un organe bien défini, dans un groupe dont les trois noms génériques sont empruntés au radical κεφαλή. Il n'en est rien : le mot *tête* a été employé, tantôt dans son acception banale pour désigner un renflement quelconque, sans allusion aux homologues des portions renflées, tantôt dans un sens technique pour indiquer uniquement des homologues, sans préoccupation de la forme, renflée ou non, de l'organe ainsi désigné. De là une regrettable confusion qu'il importe de signaler pour la faire cesser.

Les premiers auteurs n'attachaient pas au mot *tête* le sens d'un terme technique ; Brefeld se sert indifféremment des mots *Knopf*, *Kopf*, *Köpfchen* (tête au sens anatomique ou au sens de renflement terminal quelconque), quand il parle du renflement caduc d'où naissent les baguettes sporogènes du *Piptocephalis Freseniana*.

Van Tieghem et Le Monnier précisent le sens du mot *tête* pour marquer la concordance entre les parties de la fructification des *Syncephalis* et des *Piptocephalis* ; ils le détournent de l'acception vulgaire pour en faire un terme technique.

Van Tieghem et Le Monnier, dans leurs recherches sur les Mucorinées (1873), ont défini le genre nouveau *Syncephalis*, en se basant sur la description de cinq espèces : *S. cordata*, *S. asymmetrica*, *S. depressa*, *S. cornu*, *S. minima*. Dans quatre de ces espèces, les baguettes sporogènes sont rattachées au renflement terminal du tube fructifère par l'intermédiaire de petites cellules ou têtes dont la forme varie suivant les espèces. Chacune de ces cellules porte sur sa face supérieure deux baguettes chez le *S. cordata* et le *S. asymmetrica*, 2-5 chez le *S. minima*, 3-5 chez le *S. depressa*.

« Chaque petite tête », disent les auteurs, « qui porte plusieurs baguettes sur les petits mamelons de la surface supérieure, correspond évidemment à la tête qui, dans les *Piptocephalis*, termine chaque dernière branche de la dichotomie ; ces têtes sont caduques comme celles des *Piptocephalis*. La différence est que ces têtes, au lieu d'être portées isolément au sommet des branches d'un tube dichotome, sont toutes réunies côte à côte au sommet élargi d'un tube simple. C'est à la fois l'existence des têtes sporangifères, c'est-

à-dire l'analogie avec les *Piptocephalis*, et la réunion des têtes sur le même renflement, c'est-à-dire la différence des deux genres, que nous avons essayé de marquer en donnant à ces plantes le nom de *Syncephalis*. »

Ces petites têtes caduques n'ont pu être distinguées chez le *S. cornu*. Eu égard à la difficulté de l'observation, ce résultat négatif ne paraissait pas suffisant pour ébranler la constance du caractère générique ; il restait d'ailleurs la ressource de créer un troisième genre, si réellement les baguettes s'inséraient individuellement et directement sur le renflement.

Par la découverte et l'étude de huit autres espèces de *Syncephalis*, Van Tieghem put bientôt se convaincre de la fréquence des baguettes simples, insérées directement sur le renflement terminal du support. Le mélange de baguettes rattachées au renflement par l'intermédiaire d'une petite cellule et de baguettes fixées immédiatement à ce renflement, dans une même fructification de *S. intermedia* ou de *S. ramosa*, établissait un lien étroit entre les espèces munies de cellules intermédiaires, comme le *S. cordata*, et les espèces dépourvues de telles cellules, comme le *S. sphaerica*. Il n'était plus question de former un type générique à part pour le *S. cornu*.

La présence d'une spore dans la cellule basilaire, dont la découverte est également ultérieure au premier mémoire de Van Tieghem et Le Monnier, est considérée, dans le second mémoire, comme un fait général et connu. En conséquence, Van Tieghem renonce à l'interprétation consacrée par le nom et la définition du genre *Syncephalis*. Désormais la petite cellule qui porte plusieurs baguettes sporogènes ne marque plus une analogie avec les *Piptocephalis* : c'est la partie basilaire commune d'un sporange rameux à la base ; elle renferme une seule spore, dont la forme, différente de toutes les autres, dépend du mode de ramification.

Dans ce second mémoire et dans le suivant⁽¹⁾, la tête des *Syncephalis* n'est plus une petite tête caduque ; le nom de tête est appliqué au gros renflement qui surmonte le tube fructifère et qui se couvre d'une chevelure de baguettes sporogènes simples ou rameuses.

(1) VAN TIEGHEM, « Troisième mémoire sur les Mucorinées ». (*Annales des sciences naturelles*, 6^e série, t. IV, 1878.)

Schröeter, en 1886⁽¹⁾, adopte la nouvelle opinion de Van Tieghem ; il modifie seulement la terminologie ; le mot tête qui, chez les *Syncephalis*, prête à confusion, est supprimé : la spore formée dans la base indivise des sporanges ramifiés devient la « *Basidialspore* ». Ce terme ne laisse pas d'être équivoque, car il fait songer, bien à tort, à l'organe défini que l'on appelle baside. De plus, Schröeter nomme « *Basidialzelle* » la tête caduque des *Piptocephalis*, rappelant ainsi l'analogie admise d'abord par Van Tieghem et Le Monnier entre ces deux organes.

La nomenclature de Schröeter trouve un emploi plus logique sous la plume de C. A. J. A. Oudemans [1897]⁽²⁾ qui soutient la nature exogène des baguettes des Céphalidées. Cependant, si, dans cette théorie, le terme de « cellule basidiale » est très clair en ce qui concerne les *Piptocephalis*, le terme « conidie basidiale » est inadmissible en ce qui concerne les *Syncephalis*. En effet, la spore inférieure des baguettes rameuses, comme celle des baguettes simples, est contemporaine des spores suivantes. Elle naît avec celle-ci par une division simultanée du protoplasme de la baguette. Si la baguette entière pouvait être comparée à une conidie, ses segments ne sauraient l'être à aucun titre ; la comparaison de l'un d'eux à une baside serait encore moins fondée.

L'article basilaire des baguettes sporogènes se distingue donc des autres par sa forme, quand une ramification s'effectue à son niveau et, comme Van Tieghem l'a très bien fait remarquer, la forme de la spore organisée par cet article dépend du mode de ramification. Cette spore n'a donc d'autre caractère propre que d'être basilaire et nodale.

Au moment où paraissait la *Revision des Champignons des Pays-Bas*, d'Oudemans, Schröeter décrivait la fructification des Piptocéphalidées dans un volume des « Pflanzenfamilien » d'Engler et Prantl⁽³⁾. Ici la confusion est à son comble. Dans la caractéristique de la famille, Schröeter s'exprime en ces termes : « Spores asexuées apparaissant à la maturité, comme des chapelets de conidies, provenant de la segmentation simultanée de cellules cylindriques. Chapelets de conidies groupés sur de courtes cellules basidiales (*Basidialzellen*) insérées aux extrémités des filaments

(1) SCHRÖETER, *Kryptogamen-Flora von Schlesien*, 1886.

(2) C. A. J. A. OUDEMANS, *Revision des Champignons des Pays-Bas*, II, 1897.

(3) ENGLER und PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, t. I, 1897.

fructifères ou de leurs ramifications. » La théorie conidienne est exprimée dans un langage plus explicite dans la diagnose du genre *Piptocephalis*, où les tubes plusieurs fois bifurqués qui portent les cellules basidiales deviennent des conidiophores (*Conidienträger*). Mais le terme *basidial*, qui figurait dans la caractéristique de la famille, disparaît de la diagnose du genre *Syncephalis*. Ici les conidies unicellulaires sont disposées en chapelets sur de courtes cellules basilaires (*Basalzellen* et non plus *Basidialspore* comme en 1886). Enfin dans le genre *Syncephalastrum*, où pourtant les baguettes ressemblent aux baguettes simples des genres précédents, nous voyons naître, sur les courtes verrues qui couvrent le renflement terminal, « des sporanges (*sic*) qui à la maturité se débitent en chapelets de spores. Les conidies (*sic*) sont brièvement cylindriques. »

Toute cette terminologie, compliquée autant qu'obscur, vague ou trompeuse, doit être modifiée et simplifiée. Le mot tête a été appliqué par Van Tieghem et Le Monnier à des organes également caducs, mais inégalement fertiles, par Van Tieghem, dans ses mémoires ultérieurs, à des organes également stériles, mais inégalement caducs. Dans le premier cas, les organes appelés têtes ne sont pas toujours renflés, la communauté de nom indique une homologie probable ; dans le second cas, les organes appelés têtes sont renflés, mais il n'est pas question de leur équivalence anatomique ; la communauté de nom indique une analogie visible. Eh bien, il faut opter pour la seconde acception.

Le mot tête appartient au langage vulgaire et ne saurait être introduit en Botanique avec une acception contraire à l'acception banale. On ne peut discuter homologies qu'avec des termes techniques ou des périphrases ; un mot banal comme le mot tête ne peut avoir qu'un sens analogique : il indique un renflement opposé à un corps qu'il termine, par comparaison avec la tête humaine. On peut parler d'une tête de Céphalidée tout comme on parle d'une tête de chou ou d'une tête d'épingle. Il n'est pas nécessaire d'être botaniste pour comprendre, en voyant des figures de Mucorinées, que le renflement fixe des *Syncephalis* et des *Syncephalastrum*, tout comme le renflement caduc des *Piptocephalis*, répond à l'acception banale du mot tête. Cette question est de la compétence de l'Académie française et non de l'Académie des Sciences. Mais fût-il démontré que l'article nodal des

baguettes rameuses des *Syncephalis* fût homologue de la tête des *Piptocephalis*, qu'aucune Académie ne serait en droit de consacrer pour elle le nom de tête : ce nom n'est pas disponible.

Sans créer de néologismes, nous croyons être suffisamment clair et suffisamment concis en employant les termes de « tête fixe » et de « tête caduque » pour les renflements terminaux des supports, celui d'« article nodal » pour les portions des baguettes rameuses de *Syncephalis*, qui se différencient au niveau des ramifications ; les articles nodaux peuvent être d'ailleurs basilaires (*S. cordata*) ou intercalaires (*S. ramosa*).

La question d'homologie revient à connaître l'importance relative de la stérilité et de la caducité.

L'article nodal est constamment stérile chez le *Syncephalis fusiger*, exceptionnellement chez le *S. aurantiaca* ; des articles différents sont également susceptibles d'avortement (*Syncephalis aurantiaca*, *Piptocephalis Le Monnieriana*). La fertilité habituelle de l'article basilaire des *Syncephalis*, même différencié comme article nodal, ne l'oppose donc pas absolument à la tête caduque des *Piptocephalis*.

La caducité de cette tête, au contraire, ne répond à aucun phénomène offert normalement ou accidentellement par la tête fixe des *Syncephalis* et *Syncephalastrum*. Le cloisonnement que nous avons signalé à la base de la tête dans ces deux genres (*S. nodosa*, *Sm. nigricans*), loin d'en préparer la chute, ne fait qu'en augmenter la solidité. Le cloisonnement et la caducité sont des phénomènes indépendants, pouvant exister séparément ou se combiner. On connaît des cas où le sommet d'un tube fructifère se détache sans se séparer de la base par une cloison : le *Basidiobolus ranarum* nous en donne un exemple. Dans cette même espèce, la portion caduque est évidemment homologue du sommet fixe des tubes des genres voisins ; j'ai signalé une structure identique chez l'*Entomophthora glaeospora*, où le tube reste pourtant intact ; la caducité peut donc quelquefois résulter de modifications secondaires, accessoires, survenues dans les conditions biologiques d'organes primitivement fixes ; mais alors elle est liée à des adaptations évidemment utiles. Il en est autrement chez les *Piptocephalis*. Ici la portion caduque est bien individualisée à l'égard du support, bien que la cavité de la tête reste longtemps en continuité avec la cavité du tube. La chute de la tête est à peu

près contemporaine de celle des spores, tout comme celle des articles nodaux, stériles ou fertiles, des *Syncephalis*; Mangin a pu comparer très justement la désarticulation de la tête à celle des loges sporifères.

L'identité n'est pourtant pas complète entre les deux phénomènes, si l'on borne la comparaison aux têtes et aux articles fertiles du seul genre *Piptocephalis*. Chez le *Piptocephalis Freseniana*, la cuticule brune et verruqueuse est très visiblement distincte de la couche profonde de la membrane sur le pédicelle; elle est plus mince et plus difficile à distinguer sur la tête. La cloison qui sépare la tête du pédicelle est en continuité avec la couche profonde. D'abord continue, elle se clive en deux lamelles qui, se bombant en sens inverses sous l'action de la poussée du contenu, déterminent la rupture de la cuticule. Sans l'aide d'aucun réactif on distingue, après la déhiscence, le sommet du tube sous forme d'une coupole dénudée sortant de la gaine cuticulaire (Pl. I, fig. 6). La base de la tête, également convexe, est encadrée d'une sertissure brune, contre-partie de la cuticule formant, sur la coupe optique, une petite dent de chaque côté de la facette bombée (Pl. IV, fig. 76). Chez le *Piptocephalis Le Monnieriana* la cuticule, mince et lisse, se distingue difficilement de la couche interne de la membrane sur les tubes; mais au sommet elle devient directement visible par suite d'un notable épaissement qui commence à 2 μ environ de l'insertion de la tête (Pl. IV, fig. 69). Cette portion renforcée se colore en rose intense par le bleu de toluidine. Un anneau de la même substance, primitivement continu avec la cuticule du tube, encadre la facette d'insertion de la tête. Le sommet dénudé du tube constitué par la couche interne de la membrane, se bombe au-dessus de la gaine cuticulaire et amène la déhiscence comme chez le *Piptocephalis Freseniana*.

La séparation de la tête des *Piptocephalis* s'effectue donc, par clivage d'une cloison continue avec la couche profonde de la membrane et par déchirure de la couche superficielle qui ne s'est pas prolongée sur les surfaces de séparation. Les phénomènes sont un peu plus compliqués dans la désarticulation des digitations fertiles des mêmes espèces, mais nous verrons que la désarticulation des baguettes, dans les genres *Syncephalis* et *Syncephalastrum* s'opère par le même procédé que la désarticulation de la tête des *Piptocephalis*.

Par conséquent, la caducité de la tête des *Piptocephalis* indique clairement une homologie entre cet organe et les articles des baguettes sporogènes. Elle n'a pas en elle-même sa raison d'être ; mais les conditions dans lesquelles elle s'effectue prouvent que cette tête dérive d'organes nécessairement caducs et que son analogie avec la tête des *Syncephalis* et des *Syncephalastrum* est superficielle et ne résulte que d'une adaption secondaire à une fonction commune.

Il faut en revenir à la première opinion de Van Tieghem et Le Monnier, tout en l'exprimant en termes plus précis. La tête caduque des *Piptocephalis* fait directement partie de l'élément sporogène, tandis que la tête fixe des deux autres genres se rattache à son support. Si la tête des Céphalidées sert, dans tous les cas, à augmenter la surface d'insertion des spores, elle représente un élément variable par son origine et par sa nature.

La fructification des Céphalidées se compose de deux parties fondamentales : les organes fixes et les organes caducs. Nous allons les envisager successivement.

Organes fixes de la fructification.

Les portions fixes remplissent à l'égard des organes essentiels de multiplication une double fonction : 1° elles les élèvent dans l'air qui les dispersera ; 2° elles les attachent solidement au sol qui les nourrit, le thalle étant le plus souvent trop délicat pour donner un point d'appui suffisant à un puissant appareil anémophile.

Chez le *Syncephalastrum nigricans*, la base d'implantation, légèrement bulbeuse, s'isole parfois, mais non constamment, par une cloison ; elle rappelle ainsi l'apophyse mycélienne des *Pilobolus*, sans avoir une forme définie comme elle. Au-dessous et au-dessus de la cloison et, en général, de la base renflée, cloisonnée ou non, partent de nombreux tubes plus ou moins étranglés à l'origine ; les uns se redressent en rameaux fertiles, les autres s'enfoncent dans le support et jouent le rôle de crampons, sans toutefois prendre une forme ou une structure spéciales. Les rameaux fixateurs de la région souterraine, comme les rameaux fructifères de la région aérienne, naissent latéralement sans ordre défini.

Chez les *Piptocephalis*, la ramification dichotome, si régulière dans l'arbre aérien, se retrouve bien nettement dans les stolons et dans les rhizoïdes. Comme chez le *Syncephalastrum*, il s'agit de deux adaptations différentes d'un type de ramification commun aux portions terrestres et aux portions aériennes.

L'absence de stolons, générale chez les *Syncephalis* connus, entraîne dans ce genre la régularisation des crampons. L'organe fixateur qu'ils constituent, quoique différant finalement des touffes de rhizoïdes des *Piptocephalis*, dérive pourtant comme elles d'une dichotomie répétée au point où les filaments se redressent, avec une différenciation des branches de bifurcation en branches stériles et en branches fertiles. L'examen des jeunes fructifications de *S. nodosa* montre clairement que le tube fructifère est une branche sœur d'un tube fixateur ; parfois même un second tube fructifère naît d'une branche qui semblait destinée à se transformer en crampon (*fig. 2*). Si le tube fructifère acquiert une prépondérance précoce, les branches primitivement équivalentes lui deviennent subordonnées et sont réduites au rôle d'un piédestal qui semble le porter en son centre. Chez le *S. fasciculata*, Van Tieghem a distingué ce tube central et privilégié à côté de plusieurs autres tubes fructifères nés de branches dichotomiques rétrécies à leur origine.

La dichotomie dont le tube fructifère est le produit se répète exceptionnellement, chez le *S. furcata*, sur le trajet de ce tube lui-même. Ce nouveau rapprochement entre la ramification des *Piptocephalis* et des *Syncephalis* n'a pas échappé à la sagacité de Van Tieghem.

Le tube fructifère, irrégulièrement ramifié chez les *Syncephalastrum*, généralement simple dans sa portion aérienne chez les *Syncephalis*, se termine par un renflement qui n'est jamais caduc, mais dont la cavité est continue avec la cavité du tube ou séparée d'elle par une cloison. Le défaut de renflement analogue au sommet des rameaux de la portion fixe dans l'appareil fructifère des *Piptocephalis* est en partie compensé par les dichotomies répétées qui étalent encore davantage dans l'espace les points d'insertion des parties caduques.

Organes caducs de la fructification.

Les organes caducs qui forment la partie essentielle de l'appareil reproducteur des Céphalidées seront envisagés isolément pour la commodité de l'étude ; mais il ne faut pas perdre de vue qu'ils forment, non un tout comme le sporocyste d'un *Mucor*, mais les éléments maintes fois répétés d'une fructification fragmentée.

Les éléments sporogènes ont la plus grande simplicité chez les espèces où la surface d'insertion atteint le maximum d'amplitude, la plus grande complication chez les espèces où elle est formée par la répétition d'un grand nombre d'extrémités atténuées.

C'est une baguette simple chez les *Syncephalastrum*, où les renflements en tête sont multipliés par la ramification du support, et où les baguettes rayonnent tout autour de la tête jusqu'à son insertion sur le pédicelle, chez le *Syncephalis furcata*, dont le support fixe est bicéphale, chez les *Syncephalis* circiné, *S. cornu*, *S. reflexa*, *S. nigricans*, *curvata*, chez les *S. sphærica*, *ventricosa*, *pendula*. La baguette simple se divise en cellules équivalentes dont chacune produit une spore. Après désagrégation, chaque article est fertile.

Chez un nombre encore plus élevé de *Syncephalis*, l'élément sporogène est une baguette ramifiée ou du moins susceptible de se ramifier ; les *S. intermedia*, *fasciculata* présentent, d'après Van Tieghem, un mélange à parties sensiblement égales de baguettes simples et de baguettes rameuses. Le mode de ramification est variable et offre de bons caractères spécifiques ; la ramification est terminale ou latérale.

La ramification terminale est bien typique dans des formes où l'on a cru voir une bipartition du sommet de la baguette. Le *Syncephalis cordata* nous en offre un exemple. L'élément jeune est représenté par un tronc de 4μ de diamètre et deux fois plus haut. A son sommet il émet deux branches qui s'allongent tout en gardant un diamètre égalant à peu près les deux tiers de celui du tronc, soit $2^{\frac{2}{3}},66$. Quand l'allongement est incomplet, la figure de cet organe ressemble à celle d'une protobaside de *Dacryomyces*. Dans quelques éléments, une seule branche terminale se développe ; mais elle garde le calibre réduit et la direction oblique de chaque branche de la paire normale ; on voit par là qu'il ne s'agit

pas d'un défaut de bifurcation. Nous avons, non pas un mélange de baguettes simples et de baguettes dichotomes, mais un mélange de baguettes à une et à deux branches.

La distinction entre le tronc et les deux branches terminales s'accuse, en sens inverse, chez le *Syncephalis fusiger* Bainier. Ici ce sont les branches qui se renflent et deviennent seules fertiles, tandis que le tronc exigü, ne formant pas de spore, se comporte comme la tête caduque des *Piptocephalis*.

Les *Syncephalis minima*, *tetrathela*, présentent aussi une ramification terminale, autant qu'on peut en juger d'après l'aspect des exemplaires adultes figurés par Van Tieghem et Le Monnier.

La ramification latérale reste visible après la formation des spores chez le *Syncephalis ramosa*, où les rameaux sont parfois de premier et de second degré et dirigés dans divers sens. Pour être moins compliquée, la ramification latérale n'en est pas moins apparente dans les éléments jeunes de *Syncephalis nodosa* ; il ne s'agit point, chez cette plante, d'une dichotomie répétée. L'élément jeune prend la forme d'une corne d'élan, en émettant, sur son bord interne 1, 2 ou 3 rameaux en ordre soit basipète, soit simultanée, soit indéterminée, en sorte que tous les rameaux latéraux sont ébauchés, avant que le prolongement ascendant du tronc se soit allongé et redressé.

Le *S. depressa* se comporte apparemment de même. Il faut attendre des recherches organogéniques avant de rattacher à ce type les *S. intermedia* et *fasciculata*.

Chez les *Syncephalis asymmetrica* et *aurantiaca*, le tronc court de l'élément sporogène donne habituellement deux branches comme celui du *S. cordata* ; mais une seule de ces branches est terminale ; l'autre, née au voisinage de la base, se dirige en dessous chez le *S. asymmetrica*, en dessus chez le *S. aurantiaca*. Dans cette dernière espèce, une troisième branche naît parfois, soit en face de la première (*fig. 42*), c'est-à-dire en dessous comme chez le *S. asymmetrica*, soit sur la première et représente une ramification de second ordre (*fig. 43*).

Les articles dérivés des baguettes rameuses ne sont pas tous semblables ; les articles nodaux sont déformés par l'insertion d'une ou plusieurs branches. La ramification est en général très précoce ; sauf le cas du *S. ramosa*, les branches naissent si près de la base, que le tronc tout entier forme un seul article portant

toutes les insertions des branches. La forme de l'article basilaire et la position des branches sont encore influencées par la position et le nombre des éléments. Ainsi, chez le *S. nodosa* qui n'a qu'une couronne de bourgeons autour de la tête, toutes les branches se tournent vers le haut.

L'article basilaire se vide normalement chez le *Syncephalis fusiger*, d'après les observations de Bainier; il est exceptionnellement stérile chez le *S. aurantiaca*; il donne une seule spore quand il est fertile; il présente autant de facettes qu'il y a de branches; parfois les facettes sont reportées dans la branche même par suite d'une expansion de la spore basilaire au delà des limites du tronc. Dans la ramification tardive du *S. ramosa*, les articles nodaux du tronc allongé ou des branches rameuses subissent des déformations analogues.

En dehors des nœuds d'où partent des rameaux, les articles qui composent les baguettes rameuses forment, dans la règle, chacun une spore comme ceux des baguettes simples, cependant on en voit accidentellement quelques-uns demeurer stériles, comme nous en avons donné un exemple à propos du *S. aurantiaca*. D'autre part, plusieurs spores se détachent parfois ensemble, retenues par la gaine primitive de la baguette qui garde un certain degré d'indépendance à l'égard des spores et se brise irrégulièrement: c'est ce que Van Tieghem a figuré chez le *S. intermedia*.

L'élément sporogène des *Piptocephalis* se compose d'un tronc stérile et de baguettes fertiles. En cela il ressemble à celui du *Syncephalis fusiger*; il en diffère par la grande dimension du tronc stérile qui supplée à l'insuffisante expansion du support fixe, et par la multiplicité des rameaux. Ceux-ci sont en général des baguettes simples portées sur le tronc, soit directement, soit par l'intermédiaire de lobes qui sont des branches inséparables du tronc et simulent une polytomie. Les baguettes simples se divisent en articles contenant presque toujours une spore; cependant, nous avons vu l'article terminal souvent stérile chez le *P. Le Monnieriana*; ce cas nous conduit vers celui des baguettes réduites à un article monosporé signalé par Mangin chez le *P. monospora*.

Les baguettes ramifiées que nous avons observées chez le *P. Le Monnieriana* constituent une rare anomalie. Cette exception n'est

pourtant pas négligeable, car elle nous montre dans ce genre la possibilité de donner des ramifications latérales tout comme chez les *Syncephalis ramosa* ou *nodosa*. Ce mode de ramification diffère essentiellement de celui que Van Tieghem signalait en 1875. « J'ai aperçu plusieurs fois, disait-il, dans les *Piptocephalis repens*, *cruciata* et *fusispora*, deux baguettes exceptionnellement soudées à leur base, en d'autres termes, un sporange bifurqué comme dans le *Syncephalis cordata*; la spore inférieure avait alors la forme d'un triangle plus ou moins échancré. » Nous avons vu que, chez le *S. cordata*, la bifurcation résulte d'une ramification terminale et non d'une soudure. Dans les baguettes bifurquées des *Piptocephalis* figurées par Van Tieghem, il semble bien qu'on soit en présence d'une concrescence partielle de deux digitations nées trop près l'une de l'autre. Dans notre cas, au contraire, les baguettes bifurquées appartiennent à des têtes portant très peu de prolongements; elles n'étaient pas serrées; les conditions du développement étaient peu favorables à une confluence précoce, mais bien plutôt à une hypertrophie de chaque unité. La ramification vraie est donc l'effet d'une vigueur excessive de la baguette, comme chez les *Syncephalis* à baguettes rameuses.

Le mode de formation des spores aux dépens des baguettes des Céphalidées est un des points les plus controversés de l'histoire des Mucorinées. L'accord s'est fait sur un point : le développement des spores dans une baguette simple ou ramifiée est simultané et non successif. A cet égard la baguette se comporte à la fois comme un asque ou un sporocyste et comme une conidie composée, en tout cas pas comme une chaîne de conidies simples. Mais certains auteurs tiennent pour la conidie, d'autres pour le sporocyste; nous avons vu qu'il n'y avait pas lieu d'établir une distinction entre une formation exogène et une formation endogène; il s'agit en tout cas de division cellulaire. En réalité, la membrane propre de la spore contracte avec la membrane primitive de la baguette des relations variables, tantôt plus précoces et plus étroites, tantôt plus tardives et plus lâches. Les observations partielles sont généralement exactes; les divergences proviennent d'une généralisation illégitime et d'une confusion entre l'exposé des faits et les idées théoriques.

Chez les *Piptocephalis*, la membrane propre des spores n'est, à aucun moment, séparée de la membrane primitive de la ba-

quette. Dès 1872, Brefeld ⁽¹⁾ a bien suivi la naissance et la séparation des spores chez le *P. Preseniana*. Les boyaux, dit-il, jusqu'alors unicellulaires, se divisent en 3-5 parties par des cloisons. Les segments se séparent progressivement par incurvation croissante des cloisons aux points de jonction et représentent les spores du champignon. Dès le début de la formation des spores, par désarticulation du boyau, le sommet du rameau élargi en forme de tête, d'où sont nés les boyaux, s'en sépare par une double cloison. A la maturité des spores, la membrane s'arrondit également ici : ce qui a pour résultat de séparer la petite tête du pédicelle et de la faire tomber avec les spores sous l'influence la plus légère.

Mangin, en 1899 ⁽²⁾, ne change rien à cette description fondamentale qui nous montre les spores s'isolant par le même procédé que les têtes caduques et représentant le produit intégral de la désarticulation des baguettes. Mais il y ajoute de minutieux détails d'une grande importance sur le mode d'épaississement des membranes et sur la marche des phénomènes qui amènent la désagrégation des éléments caducs.

Un fait nouveau se dégage des expériences de Mangin : c'est que la membrane de chaque article est formée de deux couches chimiquement différentes ; la couche externe résiste à la macération dans un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse, tandis que la couche interne est liquéfiée ; si l'action des réactifs est plus modérée, la couche profonde reste appliquée au protoplasme, tandis que la couche superficielle s'en détache comme un sac déformé et distendu ; la couche profonde paraît être formée de callose ; le sac superficiel offre les réactions colorantes de la cellulose et des composés pectiques, plus fortement sur les calottes provenant du clivage des cloisons que sur le pourtour. De cette observation, Mangin conclut que les spores se forment à l'intérieur d'un sporange, leur membrane étant représentée tout entière par la couche de callose ; les cloisons vues par Brefeld appartiendraient au sporange aussi bien que la gaine primitive de la baguette. « Chaque spore présenterait, en dehors de sa membrane propre, une membrane extérieure à origine dou-

(1) O. BREFELD, *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze*; I. Heft, 1872, p. 42.

(2) MANGIN, « Observations sur la membrane des Mucorinées ». (*Journal de Botanique*, t. XIII, 1899.)

ble : la paroi latérale appartiendrait au sporange et les deux calottes terminales proviendraient des cloisons de séparation du sporange, tout comme, dans une gousse désarticulée, chaque segment contenant une graine a une paroi d'origine double, les faces latérales appartiennent à la gousse et les extrémités appartiennent au tissu qui a produit le cloisonnement du fruit. »

Cette ingénieuse comparaison, déjà indiquée par Van Tieghem, pourrait prendre la valeur d'un argument, s'il était possible de trouver, dans une baguette de Céphalidée, deux tissus vivants distincts comme celui du fruit et celui de la graine, ou du moins deux cellules, deux protoplastes travaillant séparément, qui à construire la gaine et les cloisons du sporange, qui à élaborer la membrane de la spore. Or, il est bien certain que c'est le même segment plasmatique qui a fabriqué les calottes celluloso-pectiques raccordées à la gaine primitive et la couche profonde de la membrane de la spore.

Les spores à double membrane sont répandues parmi les Champignons, et l'observation de Mangin, envisagée isolément et en dehors des indications de l'anatomie comparée, ne permet pas de dire s'il s'agit d'un sporocyste ou d'une conidie pluricellulaire. Les spores du *Rhizopus stolonifer* et de plusieurs autres *Rhizopus* présentent une exospore et une endospore. D'après Mangin, l'endospore est constituée par la callose ; l'exospore mince, contenant la matière colorante, résiste à la macération tout comme la gaine extérieure des articles de *Piptocephalis* ; elle ne saurait pourtant être assimilée à la membrane du sporange ou sporocyste, puisque la spore cortiquée est elle-même enfermée dans la membrane du sporocyste typique. D'ailleurs, ne l'oublions pas, dans la fructification même des *Piptocephalis*, les portions stériles ont une double membrane comme les articles fertiles.

Si nous abordons l'étude des Céphalidées par le genre *Piptocephalis*, comme l'a fait Brefeld, leur fructification nous apparaît comme profondément différente de celle des *Mucor*.

Van Tieghem et Le Monnier ont abordé la même étude dans un tout autre esprit. Au lieu de partir d'un fait particulier, isolé et d'en induire une théorie générale comme celle qui est contenue dans le mot *conidie*, ils sont partis d'une idée générale et ont posé en principe que la fructification des Céphalidées était l'homologue de l'appareil sporifère des *Mucor*. D'une affinité probable des

genres, ils ont conclu à une équivalence morphologique des appareils adaptés à la même fonction. Ce procédé déductif a une portée philosophique incontestable ; nous le croyons nécessaire pour établir un plan de recherches logiquement enchaînées ; mais il n'est pas sans danger, car les apparences conformes à l'idée préconçue sont prises aisément pour la réalité. Voilà comment il s'est fait que la théorie du sporange, ou mieux du sporocyste, a eu la mauvaise fortune de prendre son point d'appui sur une erreur d'interprétation d'un fait observé dans des conditions défectueuses.

Les microscopes dont on disposait il y a trente ans ne permettaient pas de distinguer, surtout sans artifice de technique, deux membranes accolées ou les lamelles d'une membrane hétérogène comme celle qui revêt les articles d'une baguette de Céphalidée. Depuis que les lentilles apochromatiques ont substitué des lignes nettes aux contours vaporeux présentés à cette époque par les baguettes grossies 670 fois ⁽¹⁾, nous échappons sans peine à l'illusion d'optique sur laquelle reposait l'existence d'une gaine fugace, bientôt liquéfiée.

Dès 1875, Van Tieghem reconnaissait que, dans certains cas, une membrane persistante occupe la place où l'on avait cru voir l'enveloppe passagère : c'était la première observation positive de baguettes renfermant des spores protégées par une membrane distincte de l'enveloppe primitive. La découverte du *Syncephalis nodosa* marque une étape capitale parcourue sur la voie de la démonstration de la théorie proposée par Van Tieghem et Le Monnier. Dans cette espèce, la baguette avec ses digitations multiples forme un sac rameux à cavité continue dans laquelle les spores sont libres.

Celui qui aborderait l'étude des Céphalidées par le *S. nodosa* n'hésiterait pas à considérer la fructification de cette espèce comme formée de sporocystes au même titre que celle des *Thamnidium* et des *Mucor*. L'étude du développement confirme cette théorie ; les espaces qui apparaissent dès que le protoplasme se contracte en un chapelet de grains elliptiques pour circonscrire les spores, ne contiennent pas de matière interstitielle figurée.

(1) VAN TIEGHEM et LE MONNIER, Mémoire cité, pl. 25, fig. 114.

Entre le sporocyste du *Syncephalis nodosa* et la tête du *Piptocephalis* couverte de digitations qui en sont d'abord de simples diverticules, nous trouverons tous les termes intermédiaires.

Le sac, généralement didactyle, est bien distinct des spores auxquelles il forme des gaines plissées chez le *S. cordata*; il se reconnaît encore à des plis superficiels chez le *S. asymmetrica*. Il devient indistinct de la membrane propre des spores chez le *S. aurantiaca*; néanmoins les parois périphériques des articles, résultant de l'épaississement de la membrane primitive du sac, sont plus fermes que les calottes terminales, comme le prouve la déformation des articles isolés (*fig. 20, 21*). Dans le genre *Syncephalastrum*, la gaine primitive de la baguette simple et le revêtement propre de chaque spore sont étroitement fusionnés dès le début comme chez le *Syncephalis aurantiaca*. Enfin chez les *Piptocephalis*, une accélération évolutive régularise le phénomène de division du sac digité : chaque diverticule se cloisonne en compartiments distincts avant toute modification du protoplasme et de la membrane dans le sens de la formation des spores. La gaine protectrice irrégulière qui était due, dans les genres précédents, à la désagrégation des segments de la membrane primitive découpée à la limite des spores, est remplacée, chez les *Piptocephalis*, par une boîte fermée d'avance au stade précurseur de la formation des spores.

La comparaison de ces diverses fructifications nous montre quels en sont les éléments homologues. L'équivalent d'une conidie ou d'un sporocyste n'est ni l'article cortiqué fonctionnant comme spore, ni la digitation isolée d'une baguette rameuse, ni la baguette simple d'un *Piptocephalis* séparée de la tête caduque dont elle procède. L'élément fondamental envisagé comme une conidie dans la théorie de Brefeld, comme un sporocyste dans la théorie rectifiée de Van Tieghem et Le Monnier, se compose de tous les éléments caducs primitivement réunis en une pièce unique : c'est la baguette simple des *Syncephalastrum* et de quelques *Syncephalis*; c'est la baguette rameuse des autres *Syncephalis* avec tous ses éléments fertiles ou son mélange d'éléments fertiles et d'éléments stériles; c'est notamment la baguette didactyle du *S. fusiger* avec son article basilaire stérile, celle du *S. aurantiaca* où les spores avortent parfois, soit dans l'article basilaire, soit dans les digitations; c'est enfin la tête caduque et constamment stérile des *Piptocephalis* avec les digitations qui en partent, que

celles-ci soient entièrement fertiles ou partiellement stériles comme dans certains exemplaires de *P. Le Monnieriana*.

Comparer ces derniers éléments à des conidies, c'est enlever toute signification au mot « conidie » ; de ce côté, le problème est résolu par son simple énoncé. L'anatomie comparée et l'organogénie nous montrent que la tête des *Piptocephalis* fait primitivement corps avec les baguettes ; la conidie limitée à chaque article par les premiers auteurs ne peut pas être limitée à la baguette entière comme le fait Brefeld ; après avoir été une spore simple, puis une spore composée, l'élément reproducteur a maintenant une complexité que nous ne connaissons ni ne concevons chez aucune conidie.

La définition des sporocystes, au contraire, s'applique rigoureusement aux premiers termes de la série. Dans les derniers termes où la double membrane est plus difficile à mettre en évidence et où ses deux lamelles ne peuvent être séparées sans un artifice de préparation, nous avons, sinon des sporocystes explicites, du moins des éléments dérivés du sporocyste et gardant la marque positive de cette dérivation.

L'organe que l'on appelait sporange chez les *Mucor* est aussi, à notre avis, un sporocyste. La substance que l'on a décrite comme un épiplasma ou un protoplasme intersporaire ne présente ni noyaux, ni granulations, ni caractères quelconques d'un protoplasme. Sa portion périphérique, interposée entre la membrane primitive et les spores extérieures, présente les réactions de la callose ; c'est, d'après Mangin, une partie intégrante de la membrane du sporange. Quant à la substance interstitielle, elle est le plus souvent inerte vis-à-vis des réactifs colorants. Elle se montre d'ailleurs tardivement, à l'époque où les cloisons primitives s'arrondissent autour de chaque spore. C'est donc le même protoplasme qui, d'abord continu comme dans l'appareil végétatif, s'est fabriqué un kyste collectif, puis s'est individualisé en portions revêtues d'une membrane propre et organisées en spores : c'est un sporocyste et non un sporange.

Les sporocystes des Céphalidées diffèrent du sporocyste d'un *Mucor* par leurs dimensions réduites et par leur forme qui entraîne un contact direct de la membrane commune avec chaque spore et la persistance d'une portion de cette membrane comme une enveloppe supplémentaire autour des spores isolées. Ce sont des diffé-

rences secondaires produites par les adaptations accessoires de fructifications homologues.

Nous devons signaler une différence plus importante. Un sporocyste de *Mucor* forme à lui seul, avec son pédicelle, toute la fructification. Un sporocyste de Céphalidée n'est jamais isolé : ce n'est qu'une portion de fructification. Équivalent morphologique du sporocyste de *Mucor*, il n'en est pas l'équivalent numérique : tous deux sont homologues, mais non isologues ⁽¹⁾. Envisagés au point de vue qualitatif, ils méritent le même nom de sporocyste ; si nous voulons les comparer au point de vue quantitatif, l'un équivaut à une partie de l'autre et nous pourrions les désigner par les mots holosporocyste et mérisporocyste.

La dissociation du sporocyste se rencontre accidentellement chez les *Mucor*. Dans mes études biologiques sur les Champignons, j'ai figuré (*Pl. III, fig. 50*) un *Mucor Mucedo* dans lequel le tube fructifère s'était renflé en boule à son sommet comme pour donner un sporocyste ; mais, au lieu de se différencier en spores, le protoplasme de ce renflement primaire avait émigré dans huit diverticules, dont cinq avaient déjà formé au sommet des sporocystes secondaires ou mérisporocystes. Je signalais le même phénomène chez le *Sporodinia Aspergillus*. Je donne une figure inédite de ce cas (*fig. 78*). Beauverie ⁽²⁾ décrit une prolifération analogue chez le *Mycocladus verticillatus*. Les mérisporocystes sont d'autant plus petits qu'ils sont plus nombreux ; la columelle fait une saillie de plus en plus réduite et les spores, moins nombreuses, sont en plus forte proportion contiguës à la membrane commune. Cette anomalie devient parfois assez fréquente pour caractériser des variétés, facilement réversibles au type, telles que la variété *luxurians* du *Rhizopus stolonifer* décrite par Schræter. Nous montrons dans un mémoire spécial que les fructifications ordinaires des *Rhizopus* sont elles-mêmes constituées par des mérisporocystes et que l'anomalie désignée sous le nom de variété *luxurians* n'est qu'une manifestation plus claire de la règle.

Les organes appelés sporangioles dans le genre *Chaetostylum*,

(1) Pour la distinction entre l'homologie et l'isologie, voir notre note intitulée : « Les Unités morphologiques en botanique ». (*Association française pour l'avancement des sciences; congrès de Nancy, 1886.*)

(2) J. BEAUVERIE, « Études sur le polymorphisme des Champignons ». (*Annales de l'Université de Lyon, 1900.*)

ceux que l'on hésite à nommer sporangioles ou conidies chez les *Chaetocladium* sont des mérisporocystes portés sur des renflements de tubes ramifiés comme ceux des *Syncephalastrum* ; les prétendus sporangioles des *Thamnidium* dont les spores confinent à la membrane commune quand elles sont réduites, comme c'est la règle, au nombre de quatre, sont des mérisporocystes portés sur une touffe de ramifications dichotomiques comme ceux des *Piptocephalis*.

Supposons qu'un *Mortierella* présente le phénomène de prolifération du sporocyste primaire que nous avons rencontré jusque chez le *Mucor Mucedo* et nous aurons un Champignon qui se rangera naturellement dans le genre *Syncephalis* par tous ses caractères.

Bien loin de considérer la fructification des Céphalidées comme un type opposé à ce que l'on connaît chez les autres Mucorinées, nous croyons qu'il faut y voir la réalisation la plus complète des tendances manifestées à divers degrés dans toute la série des Phycomycètes terrestres.

La fructification des Mucorinées dérive des zoosporocystes des Algues et des Champignons qui, comme les Saprologniées, ne sont qu'à demi sortis de l'élément liquide et ont conservé les aptitudes hydrophiles primitives dans leurs organes disséminateurs. Les Péronosporées, parasites des Angiospermes, entraînées par leur support vivant bien au-dessus du sol humide, nous montrent directement le mode de transformation des zoosporocystes en organes conidiformes. L'organe que l'on appelle vulgairement la spore chez les Péronosporées, se comporte diversement selon le degré d'aridité de son support. Celui-ci est-il sec ou constitué par un liquide chargé de sel ? La spore consacre tout son protoplasme à produire un unique filament germinatif. La spore vient-elle à tomber dans une goutte de rosée ou dans une solution peu concentrée ? Elle va reprendre ses anciennes aptitudes, organisera son contenu en zoospores multiples : elle fonctionnera en zoosporocyste.

La famille des Entomophthorées est adaptée à la vie parasitaire aux dépens des Insectes, comme la famille des Péronosporées est adaptée à vivre aux dépens des plantes terrestres. Les adaptations aériennes qui ont réalisé de véritables projectiles capables d'atteindre les insectes au vol n'ont laissé subsister aucune trace des

organes nageurs primitifs. L'organe qui, chez les Péronosporées, fonctionne suivant les circonstances comme zoosporocyste ou comme spore, est représenté, chez les Entomophthorées, par une spore isolée au sommet d'un support. Cette spore présente une double membrane et l'intervalle qui sépare l'endospore épaisse de l'épispore mince, décollée sauf à la base, est rempli par un mucilage qui se gonfle dans certains réactifs, se rétracte dans d'autres. Dès 1886, nous avons marqué l'analogie qui existe entre la spore de l'*Entomophthora glæospora* avec ses deux membranes séparées et le sporocyste des Mucorinées.

Nous n'avons pas les éléments d'une histoire complète de l'évolution des Champignons inférieurs, sur lesquels la paléontologie est muette ; on se tromperait très probablement si l'on cherchait l'origine d'un groupe dont la plupart des représentants sont capables de vivre en liberté dans la nature actuelle, comme celui des Mucorinées, dans un groupe étroitement adapté à un parasitisme déterminé comme celui des Péronosporées ou des Entomophthorées. Je ne crois donc pas que les Mucorinées dérivent des Entomophthorées telles que nous les connaissons ; mais je concevrais très bien qu'un organe analogue à la spore des *Entomophthora* ait évolué en un organe analogue au sporocyste d'un *Mucor*, par simple segmentation du protoplasme individualisé sous la membrane protectrice extérieure, ou, si l'on préfère, par une nouvelle individualisation, sous forme de spores anémophiles, des protoplastes qui, dans la période de vie aquatique, se différenciaient en spores hydrophiles.

La membrane commune d'un grand sporocyste de *Mucor* protège les spores pendant leur période de formation ; mais elle entrave notablement leur dispersion à la maturité. Si le sporocyste est projeté en bloc comme c'est le cas chez les *Pilobolus*, toutes les spores sont lancées en un même point de l'espace ; l'appareil ainsi réalisé est à peine supérieur à la spore simple d'un *Basidiobolus* parmi les Entomophthorées. Si la membrane se dissout, les spores restent agglutinées et ne peuvent être emportées isolément par le vent sans courir grand risque de périr de sécheresse.

En formant un manteau propre à chaque spore, la membrane du sporocyste, chez les Céphalidées, continue à jouer son rôle protecteur jusqu'à la germination. D'autre part, les îlots des spores agglutinées après la déhiscence sont plus nombreux, plus légers, du

moins chez les *Piptocephalis* et les *Syncephalastrum* et peuvent être dissociés et entraînés avec les poussières en fragments plus menus, peut-être même isolément, sans périr.

Au point de vue biologique, la substitution des mérisporocystes aux holosporocystes primitifs n'est pas sans analogie avec la substitution des basides aux asques. Ce sont deux expressions du même progrès par suite duquel les spores, primitivement concentrées sous un abri commun, se sont répandues sur un espace croissant, dès que leurs moyens de protection individuelle sont devenus suffisamment efficaces.

L'évolution des Champignons forme un chapitre essentiel de l'histoire de la conquête de la terre ferme et de l'atmosphère par les végétaux primitivement aquatiques. La première étape est marquée par la protection contre l'atmosphère, redoutable à la postérité des Algues ; la seconde, par l'utilisation de l'atmosphère pour la dissémination d'êtres devenus anémophiles. Le degré de perfection des Champignons se mesure au degré de réalisation des propriétés qui combinent ces deux qualités difficilement compatibles. Le résultat a été atteint par des procédés analogues dans divers rameaux de l'arbre généalogique des Champignons ; aussi doit-on en user avec réserve pour déterminer les affinités. Nous pouvons dire que les *Syncephalis* dérivent des *Mortierella* comme les Basidiomycètes dérivent des Ascomycètes ; mais le degré de parenté des trois genres de Céphalidées ne peut être actuellement fixé d'après leur caractère commun de Céphalidée. Ils se relient étroitement aux Mucorées par les genres pourvus normalement ou exceptionnellement de mérisporocystes et rentrent certainement dans la même famille ; mais on aurait tort de les séparer des autres Mucorinées pour en faire une tribu, car les *Syncephalis* ont une parenté plus certaine avec les *Mortierella* qu'avec les deux autres genres de Céphalidées.

CONCLUSIONS

Les trois genres *Piptocephalis*, *Syncephalis*, *Syncephalastrum*, ne forment pas une tribu distincte dans la famille des Mucorinées. On ne doit pas les réunir sous les noms de Piptocéphalidées, de Syncéphalidées, de Syncéphalidacées qui impliquent entre eux

une affinité. Le nom de Céphalidées indique purement et simplement l'analogie de leurs organes disséminateurs.

L'affinité des *Syncephalis* avec les deux autres genres de Céphalidées est moins certaine qu'avec les *Mortierella*. La cortication des zygospores des *Mortierella* est une adaptation secondaire qui se rencontre chez des espèces n'ayant entre elle aucune affinité étroite. Ce caractère accessoire ne dément pas les affinités de ce genre avec les *Syncephalis*.

La fructification disséminatrice des Céphalidées se compose d'un support fixe et stérile et d'éléments sporogènes caducs.

Chez les Céphalidées, la caducité des éléments de la fructification est un indice plus certain d'affinité que leur stérilité ou leur fertilité. Des articles normalement sporogènes deviennent stériles par avortement. La stérilité se localise sur le tronc des baguettes rameuses, accidentellement chez le *Syncephalis aurantiaca*, régulièrement chez le *S. fusiger*. Elle est constante dans le tronc volumineux (tête) des *Piptocephalis*. La caducité persiste dans les organes devenus stériles et pour lesquels elle est superflue. La tête des *Piptocephalis* se désarticule par le même procédé que les éléments sporogènes simples ou rameux des *Syncephalis* et des *Syncephalastrum*.

La tête fixe des *Syncephalis* et des *Syncephalastrum* n'est pas homologue de la tête caduque des *Piptocephalis*. Elle fait partie du support fixe, comme la columelle des *Mucor*, le renflement apophysaire des *Pilobolus*, les renflements des tubes fructifères des *Chaetostylum* et des *Chaetocladium*, comme les ramifications dichotomes des *Thamnidium* et des *Piptocephalis*. Elle se rattache aux dispositions qui augmentent l'expansion des éléments sporogènes.

La tête fixe donne généralement insertion aux portions caduques ; cependant elle émet parfois, chez le *Syncephalastrum nigricans*, des ramifications terminées par des têtes secondaires. Cette anomalie a son pendant dans les fructifications prolifères des *Mucor*.

Les spores des Céphalidées ne sont pas des productions endogènes. La substance interstitielle, d'ailleurs inconstante, n'est pas un épiplasma, mais un produit de sécrétion. La membrane propre à chaque spore, la membrane commune qui forme une enveloppe collective aux spores ou un sac spécial à chacune

d'elles, et éventuellement la substance interstitielle, sont les produits du même protoplasme, d'abord continu, puis fragmenté. L'enveloppe commune n'est pas un sporange, mais un sporocyste.

Le sporocyste constitué par chaque élément sporogène d'une Céphalidée est l'équivalent morphologique du sporocyste, improprement nommé sporange, des *Mucor*.

L'équivalence qualitative n'entraîne pas l'équivalence quantitative; l'homologie n'est pas l'isologie. Dans les cas les plus simples, la fructification d'un *Mucor* est formée d'un seul sporocyste avec son support, celle d'une Céphalidée se compose de nombreux sporocystes plus petits. Le sporocyste d'une Céphalidée est l'équivalent numérique d'une fraction d'un sporocyste de *Mucor*. Si nous introduisons dans la comparaison des deux fructifications une idée de grandeur et de nombre, le même nom cesse de convenir au tout et à la partie. Le sporocyste de *Mucor* étant choisi pour unité, celui des Céphalidées est un mérisporocyste, c'est-à-dire le produit du fractionnement et de la dispersion de la fructification primitive. Les *Thamnidium*, les *Chaetostylum*, les *Chaetocladium* ont aussi des mérisporocystes, appelés à tort sporangioles ou conidies.

Le degré de fractionnement du sporocyste des Céphalidées augmente avec l'amplitude de la surface d'insertion.

Chez les *Syncephalastrum* polycéphales et fertiles sur tout le pourtour des têtes, chez le *Syncephalis furcata*, qui est dicéphale, chez quelques *Syncephalis* monocéphales, notamment les *Syncephalis* circinés, le mérisporocyste est réduit à une baguette simple.

Le mérisporocyste des autres Céphalidées est rameux; on y distingue un tronc et des branches.

Chez la plupart des *Syncephalis*, qui portent des mérisporocystes sur la partie supérieure de la tête, la baguette porte deux branches, par exception une ou trois. Les deux branches sont terminales (*S. cordata*), une au sommet et une en dessous (*S. asymmetrica*), une au sommet et une en dessus (*S. aurantiaca*). Ce sont des baguettes oligoclades.

Chez les *Syncephalis* où les baguettes s'insèrent sur un anneau équatorial (*S. nodosa*), les branches sont plus nombreuses: ce sont des baguettes pléioclades.

Les rameaux des mérisporocystes des *Syncephalis* naissent le plus souvent dans un plan méridien.

Chez les *Piptocephalis*, les mérisporocystes isolés sur chaque branche dichotomique non renflée débutent par un tronc homologue de celui des *Syncephalis* à baguettes rameuses, mais assez développé pour constituer une tête physiologiquement substituée au renflement du support des deux autres genres. Des digitations nombreuses s'insèrent au sommet ou sur tout le pourtour du tronc. La tête avec ses digitations représente une baguette polyclade.

Les rameaux de premier ordre des mérisporocystes portent exceptionnellement un rameau de second ordre (*Syncephalis aurantiaca*, *Piptocephalis Le Monnieriana*).

La membrane du mérisporocyste des Céphalidées n'est pas déliquescente. Chez les *Piptocephalis*, elle est complétée, à la limite de chaque logette, par une double cloison qui ferme l'enveloppe extérieure de la spore détachée. Dans ce genre, chaque article a donc la structure d'un sporocyste complètement clos; c'est un mérisporocyste fractionné au second degré. La membrane du kyste et la membrane de la spore, étroitement unies, se distinguent par leurs propriétés chimiques et peuvent être séparées artificiellement. La calotte qui complète le kyste est rigide et brune chez le *P. Freseniana*; elle est élastique chez le *P. Le Monnieriana* et se rétrécit en s'étirant pendant que les spores mûrissent.

Dans les deux autres genres, la membrane kystique forme autour des spores isolées un manchon ouvert aux deux bouts. Elle se distingue de la membrane propre par les plis qu'elle forme en se rétractant (*Syncephalis nodosa*, *cordata*, *asymmetrica*, parfois *Syncephalastrum nigricans*) ou par l'élasticité qu'elle confère à la portion tubuleuse de la membrane (*S. aurantiaca*).

La membrane propre des spores se forme, en général, simultanément sur les portions latérales et les portions terminales; chez le *Syncephalis cordata*, les protoplasmes de toutes les spores sont d'abord continus et sont séparés ultérieurement par une cloison épaissie en forme de bouchon. Ces bouchons hygroscopiques jouent le rôle de disjoncteur dans la dislocation des chapelets; la gaine externe se raccorde avec eux, puis ils se flétrissent.

Le liquide qui agglutine les articles isolés n'est pas un produit de transformation des membranes, mais un produit d'excrétion du protoplasme des spores, comme la substance interstitielle.

La ressemblance des trois genres *Syncephalis*, *Syncephalastrium* et *Piptocephalis* est l'expression d'une adaptation commune à une dispersion plus parfaite des spores par le vent, grâce au fractionnement des éléments sporogènes et à l'utilisation du kyste collectif pour la protection individuelle des spores isolées.

Les Céphalidées forment, dans la famille des Mucorinées, une section physiologique fondée sur un progrès de l'anémophilie. Elles marquent un nouveau pas accompli dans la conquête du milieu aride par les Phycomycètes issus de plantes aquatiques.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

Grossissement : 2000 : fig. 4-12; — 137 : fig. 1; — 400 : fig. 2; — 177 : fig. 13-16.

FIG. 1. — *Syncephalis nodosa*. Patte dichotome avant la différenciation de ses branches en crampons et en tubes fructifères.

FIG. 2. — *S. nodosa*, forme dépourvue de nouures. Deux tubes fructifères naissent de la même patte fixatrice par transformation de branches dichotomiques.

FIG. 3. — Même figure schématisée.

FIG. 4. — *S. nodosa*. Élément sporogène jeune, au début de la formation des spores.

FIG. 5. — *S. nodosa*. Élément sporogène mûr. Gaine du sporocyste rétractée et plissée.

FIG. 6. — *Piptocephalis Freseniana*. Dernière bifurcation d'un support. La cuticule verruqueuse s'est déchirée circulairement et la couche profonde de la membrane en sort sous forme de coupole arrondie.

FIG. 7 à 10. — *Syncephalis cordata*. Formation des spores. — 7. Sommet d'une digitation du mérisporocyste contenant des spores incomplètement séparées. — 8. Spore basilaire formée dans le tronc du sporocyste à deux branches. — 9. Article récemment isolé; la membrane du mérisporocyste s'est plissée et raccordée avec les bouchons de la membrane propre de la spore. — 10. Article desséché; les bouchons se sont rétractés.

FIG. 11 et 12. — *Syncephalis asymmetrica*. Articles provenant de la dislocation des baguettes et encore réunis par paires.

FIG. 13 à 16. — *Syncephalis aurantiaca*. Fructifications entières. — Baguettes sporogènes indivises (13), divisées (14), disloquées (15, 16).

FIG. 17. — *S. aurantiaca*. Portion de tête dont la membrane est épaissie sur la coupole supérieure. On y voit trois éléments sporogènes dont l'article basilaire est resté stérile comme la tête des *Piptocephalis*. Cet article est ouvert à la base, mais fermé au sommet, comme on le voit dans l'élément de gauche dont une digitation s'est détachée.

FIG. 18. — *S. aurantiaca*. Sporocyste dans lequel un seul article est orga-

nisé en spore. L'article basilaire, comme les articles intercalaires stériles, s'est clos aux deux bouts.

FIG. 19. — *S. aurantiaca*. Désarticulation d'une digitation du mérisporocyste. Apparition tardive d'espaces annulaires entre la membrane kystique et la membrane propre des spores.

FIG. 20 et 21. — Articles isolés. La poussée du protoplasme, combinée avec l'élasticité de la gaine, a refoulé les calottes terminales minces et la portion moyenne est redevenue cylindrique.

Planche II.

Grossissement : 2000 : fig. 22-43.

Développement des mérisporocystes de *Syncephalis*.

FIG. 22 et 23. — *S. cordata*.

FIG. 22. — Fragment du bord d'une tête jeune. — *a*, sporocyste ayant un tronc et deux jeunes rameaux terminaux également divergents ; — *b*, *c*, rameaux redressés par refoulement ; — *d*, rameau tordu entre les rameaux d'un sporocyste voisin ; — *e*, *f*, sporocystes ayant un seul rameau bien distinct du tronc ; le second rameau a avorté, sa place étant occupée par le sporocyste *a*.

FIG. 23. — Fructification un peu plus avancée. Redressement des rameaux refoulés par contact réciproque.

FIG. 24 à 30. — *S. nodosa*.

FIG. 24. — Tête montrant l'anneau d'épaississement équatorial sur lequel s'insèrent les mérisporocystes. Rétraction de la base et du sommet à paroi mince.

Dans les figures 25 à 28, comme dans les figures 36 à 43, le dessin a été disposé de manière que le bord inférieur soit placé à gauche.

FIG. 25. — Naissance d'un premier rameau latéral sur le bord supérieur.

FIG. 26. — Naissance d'un second rameau sur le même bord en ordre basipète.

FIG. 27. — Comme dans la figure 26 ; de plus, le rameau terminal est bien distinct, à gauche.

FIG. 28. — Les rameaux latéraux sont nés en ordre centrifuge ; le supérieur a refoulé un peu le rameau terminal.

FIG. 29. — Naissance des rameaux sans ordre apparent.

FIG. 30. — Jeune sporocyste vu d'en haut ; deux rameaux juxtaposés sur le bord supérieur (cas exceptionnel).

FIG. 31 à 35. — *S. asymmetrica*.

FIG. 31. — Naissance du mérisporocyste sous forme d'un mamelon hémisphérique.

FIG. 32. — Tronc du mérisporocyste allongé en massue.

FIG. 33. — Sommet de la tête chargée de jeunes mérisporocystes possédant un tronc et un rameau né sur le bord inférieur.

FIG. 34 et 35. — Mérisporocystes un peu plus avancés en forme de pince de homard. Le doigt fixe est représenté par le rameau terminal continuant la direction du tronc, le doigt mobile par le rameau inférieur redressé.

FIG. 36 à 43. — *S. aurantiaca*.

FIG. 36, 37, 38. — Naissance du rameau latéral sur le bord supérieur.

FIG. 39. — Base de la portion fertile d'une tête. Les spores sont déjà distinctes ; mais on reconnaît encore la position respective du rameau terminal en dessous, et du rameau latéral en dessus.

FIG. 40. — Jeune mérisporocyste avec deux rameaux latéraux sur le bord supérieur.

FIG. 41 et 42. — Mérisporocystes tridactyles; un rameau latéral en dessus et un en dessous. Spore basilaire trilobée.

FIG. 43. — Le rameau *a*, né sur le bord supérieur, dans la position normale, est resté rudimentaire et a émis un rameau de second ordre *b* plus développé.

Planche III.

Grossissement : 488 : fig. 44-46, 49, 52-54; — 272 : fig. 47, 48; — 700 : fig. 50, 51, 55; 2300 : fig. 56.

Toute cette planche est consacrée au *Syncephalastrum nigricans*.

FIG. 44. — Base d'une fructification robuste cloisonnée dans sa portion inférieure.

FIG. 45. — Base d'une fructification moyenne, également cloisonnée.

FIG. 46. — Base d'une fructification délicate, non cloisonnée.

FIG. 47. — Sommet d'une fructification polycéphale. Mérisporocystes rayonnants.

FIG. 48. — Rameau délicat portant des pédicelles latéraux et des têtes de petite taille.

FIG. 49. — Tête séparée du support par une cloison. Naissance des mérisporocystes sur tout le pourtour.

FIG. 50. — Tête claviforme. Mérisporocystes un peu plus avancés.

FIG. 51. — Ramification irrégulière. Pédicelles circinés en dessus ou en dessous. Mérisporocystes à 1-2 spores.

FIG. 52. — Pédicelle fortement courbé au sommet; tête en cornue.

FIG. 53. — Tête portant des rudiments de mérisporocystes seulement sur sa face inférieure.

FIG. 54. — Tête prolifère.

FIG. 55. — Mérisporocystes variés quant aux dimensions, à la forme, à l'écartement des limites des articles.

FIG. 56. — Mérisporocyste à gaine distincte de la membrane propre des deux spores.

Planche IV.

Grossissement : 2000 : fig. 58-74, 76, 77; — 275 : fig. 57; — 520 : fig. 75; — 57 : fig. 78.

FIG. 57-74. — *Piptocephalis Le Monnieriana*.

FIG. 57. — Sommet d'une jeune fructification.

FIG. 58. — Naissance des mérisporocystes. Stade du mamelon hémisphérique.

FIG. 59. — État un peu plus avancé. Stade vésiculeux.

FIG. 60. — Stade claviforme. Cloison granuleuse primitive.

FIG. 61. — La cloison s'est épaissie.

FIG. 62. — Les cloisons ont continué à s'épaissir en s'étranglant.

FIG. 63. — Avortement de la loge supérieure.

FIG. 64. — Épaississement de la cloison débutant par la périphérie.

FIG. 65. — Mérisporocyste ayant pris sa forme définitive en sablier.

FIG. 66. — Mérisporocyste mûr. Membrane déprimée au sommet.

FIG. 67. — Mérisporocyste désagrégé en deux articles.

FIG. 68. — Articles désagrégés, agglutinés par un liquide visqueux.

FIG. 69. — Déhiscence de la tête. Cuticule lisse laissant à nu le sommet arrondi du pédicelle et formant une sertissure autour de la facette d'insertion de la tête.

FIG. 70. — Tête détachée vue de profil. Hémisphère inférieur encore convexe.

FIG. 71. — *Idem*. Hémisphère inférieur à paroi rentrée.

FIG. 72. — Tête détachée vue en dessous.

FIG. 73. — Fructification anormale. Digitations peu nombreuses, en partie rameuses.

FIG. 74. — Ornementation du tronc de la fructification.

FIG. 75 à 77. — *Piptocephalis Freseniana*.

FIG. 75. — Inégalité des dernières branches de bifurcation.

FIG. 76. — Tête montrant la facette d'insertion et sa sertissure cuticulaire (comparer à la fig. 6 de la pl. I qui représente la facette correspondante du pédicelle).

FIG. 77. — Tête réduite portant des mérisporocystes à une spore et une loge supérieure avortée.

FIG. 78. — *Sporodinia Aspergillus*. Fructification prolifère.

Réunion biologique du 9 janvier 1902.

Sur l'action de l'ibogine, par M. M. LAMBERT.

On rangeait autrefois sous le nom d'aliments d'épargne, anti-dépenseurs, dynamophores, diverses substances que l'on pensait capables de fournir par elles-mêmes à l'organisme une certaine provision d'énergie. Mais leur étude attentive n'a pas permis de conserver cette conception, au moins pour la plupart d'entre elles. On se rallie aujourd'hui le plus communément à l'opinion qu'elles agissent presque toutes en stimulant le système nerveux. Il faut bien reconnaître, avec les auteurs qui les ont étudiées le plus sérieusement, que cette explication n'est peut-être pas absolument satisfaisante. Aussi la réunion d'un grand nombre de documents propres à éclairer cette question est-elle chose désirable.

C'est à ce titre que nous avons été heureux de pouvoir, grâce à l'obligeance de MM. Schlagdenhauffen et Haller, faire l'étude d'un alcaloïde retiré par eux du *Tabernanthe iboga*, plante de la famille des Apocynées, croissant au Gabon et au Congo. Les habitants de ces pays attribuent des propriétés merveilleuses à cette plante. Ils ingèrent de petites quantités de l'écorce de sa racine et

sont ensuite capables de travaux musculaires violents et prolongés sans éprouver ni fatigue, ni sommeil. D'après eux, l'iboga produirait en outre de l'excitation génésique.

Nous n'avons pas eu à notre disposition une quantité de plante suffisante pour comparer chez les animaux l'effet des ingestions à ceux de l'alkaloïde. Les expériences faites avec l'extrait alcoolique et avec l'ibogine montrent bien toutefois que l'activité du premier est due à celle-ci.

Chez la grenouille l'ibogine produit de la paralysie du système nerveux central sans qu'il y ait auparavant de l'hyperexcitabilité prononcée. Chez le chien, lorsqu'on a soin de donner une dose sensiblement inférieure à celle toxique, qui est de 6 centigrammes par kilogramme environ, il se produit une sorte d'ivresse particulière, caractérisée par des hallucinations sans impulsions motrices.

L'ibogine n'a aucune action spécifique sur le muscle et ne lui fournit pas d'énergie. Un muscle fatigué ne se restaure pas plus aisément sous l'influence de cet alkaloïde, et la fatigue apparaît d'une manière sensiblement égale chez des animaux iboginés et chez des témoins, lorsqu'on détermine la contraction musculaire par l'excitation directe des nerfs.

Si c'est bien à l'ibogine qu'il faut rapporter les propriétés remarquables attribuées à l'iboga (question qu'il est toujours légitime de se poser en pareil cas), il faut bien reconnaître que son action stimulante n'est pas très prononcée à dose non toxique.

Elle possède, d'autre part, une action anesthésiante locale qu'il n'est peut-être pas sans intérêt de rapprocher de celle de la cocaïne. Cette anesthésie est facilement constatable en injectant sous la peau de la cuisse d'un lapin un centimètre cube d'une solution de chlorhydrate au centième; en instillant sur la cornée quelques gouttes de la même solution; ou encore en y plongeant le nerf d'une préparation galvanoscopique.

A dose forte, l'ibogine est convulsivante et entraîne la mort par arrêt respiratoire.

Elle possède une action cardiaque directe caractérisée par un ralentissement suivi d'arrêt systolique.

Note relative à la constitution de la membrane des Blastomycètes et à leur encapsulation dans les tissus animaux,
par M. POTRON, chef des travaux d'histoire naturelle à la Faculté de médecine.

M. Potron, au laboratoire d'histoire naturelle de la Faculté de médecine de Nancy, sous la direction de M. le professeur Vuillemin, a opéré sur un Blastomycète fourni par Kral, de Prague, sous le nom : « Blastomycète isolé d'un carcinome mammaire humain par Sanfelice, et pathogène pour le cobaye. » N'ayant trouvé dans la littérature aucun article de Sanfelice décrivant ce Blastomycète, il croit pouvoir rapprocher de très près, sinon même identifier, ce champignon avec le *Cryptococcus neoformans* dont Sanfelice a donné maintes descriptions dans le *Zeitschrift für Hygiene* depuis 1896 ⁽¹⁾.

Ce Blastomycète inoculé aux animaux a produit des sortes d'abcès au point d'inoculation, s'accompagnant d'adénite.

Dans le pus de l'abcès et dans l'intérieur du ganglion on retrouve des globules de champignon qui donnent des cultures fertiles.

L'examen a porté sur les éléments pris en culture et sur ceux retrouvés dans le pus et dans les ganglions. Il en est résulté les faits suivants :

La membrane des globules pris dans les cultures comprend deux couches : l'une interne, réfringente, répondant à ce qu'on décrit ordinairement sous le nom de membrane, membrane à double contour ; l'autre externe, difficilement appréciable sans préparation spéciale pour un œil non prévenu. Cette zone externe, qui répond à ce que M. Vuillemin a décrit sous le nom de *cuticule* sur son *Saccharomyces granulatus* ⁽²⁾ et que Casagrandi appelle *die äussere Schicht* ⁽³⁾. Cette couche externe devient facilement visible quand on fait subir aux globules l'action des acides étendus, de l'hypochlorite de soude et d'autres réactifs recommandés par Casagrandi. Mais son existence ne devient indiscutable que lorsqu'on l'a colorée

(1) SANFELICE, Articles parus dans le *Zeitschrift für Hygiene* depuis 1896.

(2) VUILLEMIN et LEGRAIN, « Sur un cas de saccharomycose humaine ». (*Archives de parasitologie*, III, 1900, p. 237.)

(3) CASAGRANDI, « Ueber die Morphologie der Blastomyceten ». (*Centralblatt für Bacteriologie*, III. Band, 1897.)

avec certaines matières colorantes, après action des réactifs précédemment cités. Le bleu de toluidine, le rouge neutre, le bleu de méthylène alcalin de Löffler, donnent les meilleurs résultats. Très mince sur les globules jeunes, la cuticule atteint sur les globules adultes et surtout sur les chlamydospores une épaisseur qui peut égaler celle de la couche interne réfringente. Cette cuticule, loin d'être lisse, offre une série de petits tubercules qui font saillie sur toute sa surface qui pourrait grossièrement être comparée à celle d'un épis de maïs mûr.

2° Globules retrouvés dans l'organisme animal. Tous sont encapsulés. La capsule est très faiblement réfringente et son existence ne peut être mise en évidence que par la présence autour de l'élément d'une zone concentrique de répulsion pour les particules qui encombrant la préparation. La largeur de cette zone est égale sensiblement au rayon de l'élément considéré. L'encapsulation est appréciable surtout sur les éléments phagocytes, sur les éléments libres, seuls des jeux de lumière peuvent arriver à la déceler lors d'un examen sur la substance.

Sur des coupes de ganglion infecté, on retrouve exactement la même disposition. Il est particulièrement facile de constater que seule la cuticule des Blastomycètes y est colorée et que les éléments rayonnés, analogues à des piquants qui hérissent les globules, dépendent de cette cuticule. Il n'existe pas de membrane ni même de surface spéciale limitant extérieurement la zone capsulaire.

Le *Saccharomyces tumefaciens* (Curtis) possède également dans les cultures une cuticule très facilement colorable par le bleu de toluidine et en général par les mêmes réactifs que le *Cryptococcus neoformans*. Cette cuticule est ornée et la matière colorante se fixe sur des saillies aiguës, analogues à des aiguillons qui hérissent la surface de l'élément.

L'aspect de l'élément coloré rappelle exactement celui du *Cryptococcus neoformans* encapsulé, après coloration.

La macération dans l'acide chlorhydrique étendu, loin de nuire à la coloration ultérieure, la facilite plutôt.

Sur les globules en germination, la cuticule se soulève au niveau du jeune bourgeon et ne tarde pas à éclater pour lui livrer passage. Tantôt la cuticule constitue un collet étroit au niveau de l'étranglement, tantôt elle forme une gaine tronconique, par la petite base de laquelle sort le jeune bourgeon. Après la chute des bour-

geons, il persiste une cicatrice au niveau de laquelle la cuticule offre un épaississement résultant des dispositions précédentes.

Ainsi donc, la forme nue des globules jeunes en culture décrite par Curtis n'existe pas à proprement parler, différente de la forme encapsulée. Nous retrouvons les éléments d'une véritable capsule fraîche. Cette capsule, peu étudiée, a été considérée comme mucilagineuse et sans aucune structure par les auteurs qui l'ont observée⁽¹⁾.

Cette hypothèse d'une sorte de gélification de la membrane n'est pas conforme aux faits suivants :

Le bleu de Löffler, le bleu de toluidine, le rouge neutre, le vert Jaims, colorent la zone capsulaire et y font apparaître une structure. La coloration se manifeste d'abord sur une faible zone répondant à la cuticule de l'élément non encapsulé ; au fur et à mesure que le degré de concentration du bain colorant augmente, on voit d'abord s'élargir cette zone, puis apparaître à sa périphérie une série de petites saillies aiguës, colorées en bleu, également en vert ou en rouge orangé, selon le réactif employé.

Ces saillies très rapprochées simulent des piquants qui augmentent de longueur et atteignent la périphérie du halo capsulaire. Quand la coloration est intense, la zone basale appliquée immédiatement sur le double contour se fond en une teinte uniforme qui occupe jusqu'à la moitié interne de la capsule.

Ainsi la capsule hyaline se trouve décomposée en deux parties ou plus exactement paraît comprendre deux substances : l'une colorable par les réactifs signalés plus haut, occupant en cercle continu la région interne de la capsule, et envoyant des rayons très serrés, terminés en pointe, à travers l'autre substance fondamentale que les mêmes réactifs ne colorent pas.

Ces faits sont en rapport avec ceux observés par Busse⁽²⁾ sur les globules de *Saccharomyces tumefaciens* encapsulés, retrouvés dans les tissus de la souris. Il décrit une sorte de ratatinement de

(1) SANFELICE, *loc. cit.*

BUSSE, *Die Hefen als Krankheitserreger*. Berlin, 1897.

CURTIS, « Contribution à l'étude de la saccharomycose humaine ». (*Ann. Inst. Pasteur*, X, 1896.)

CASAGRANDE, *loc. cit.*

Voir encore VUILLEMIN, « Les Blastomycètes pathogènes ». (*Revue générale des Sciences*, n° 16, 30 août 1901.)

(2) BUSSE, *loc. cit.*

la capsule très riche en eau, au moment du durcissement de la pièce. Il en résulte pour lui un aspect de pomme épineuse ou d'étoile dont il ne cherche pas ailleurs la signification. Un examen pratiqué sur les globules encapsulés frais aurait certainement évité cette interprétation.

Il résulte de ces faits que la capsule des Blastomycètes a une structure, mise en évidence par une colorabilité spéciale et qu'elle n'est qu'une dépendance de la cuticule.

